

SÉRIE A, N° 532

N° D'ORDRE : 1253

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

M. Fernand PELOURDE

BOURSIER DE DOCTORAT
AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LA CLASSIFICATION
DES FOUGÈRES DE FRANCE.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 2/Janvier 1907 devant la Commission d'examen.

MM. G. BONNIER..... *Président.*

GIARD.....

HAUG } *Examineurs.*

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

—
1907



Digitized by the Internet Archive
in 2026

SÉRIE A, N° 532
N° D'ORDRE : 1253

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

M. Fernand PELOURDE

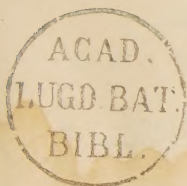
BOURSIER DE DOCTORAT
AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LA CLASSIFICATION
DES FOUGÈRES DE FRANCE.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le *21* Janvier 1907 devant la Commission d'examen.

MM. G. BONNIER..... *Président.*
GIARD..... } *Examineurs.*
HAUG..... }



PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1907

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

MM.

Doyen.....	P. APPELL, <i>Professeur.</i>	Mécanique rationnelle.
Doyen honoraire.....	G. DARBOUX —	Géométrie supérieure.
Professeurs honoraires .	{ L. TROOST. Ch. WOLF. J. RIBAN.	
	LIPPMANN.....	Physique.
	BOUTY.....	Physique.
	BOUSSINESQ.....	Physique mathématique et Calcul des probabilités.
	PICARD.....	Analyse supérieure et Al- gèbre supérieure.
	H. POINCARÉ.....	Astronomie mathématique et Mécanique céleste.
	Yves DELAGE.....	Zoologie, Anatomie, Phy- siologie comparée.
	G. BONNIER.....	Botanique
	DASTRE.....	Physiologie.
	DITTE.....	Chimie.
	GIARD.....	Zoologie, Évolution des êtres organisés.
	KOENIGS.....	Mécanique physique et ex- périmentale.
	VÉLAIN.....	Géographie physique.
Professeurs.....	GOURSAT.....	Calcul différentiel et calcul intégral.
	CHATIN.....	Histologie.
	PELLAT.....	Physique.
	HALLER.....	Chimie organique.
	H. MOISSAN.....	Chimie.
	JOANNIS.....	Chimie (Enseign ^t P. C. N.)
	JANET.....	Physique —
	WALLERANT.....	Minéralogie.
	ANDOYER.....	Astronomie physique.
	PAINLEVÉ.....	Mathématiques générales.
	HAUG.....	Géologie.
	N.....	Physique.
	TANNERY.....	Calcul différentiel et calcul intégral.
	RAFFY.....	Application de l'Analyse à la Géométrie.
	HOUSSAY.....	Zoologie.
	N.....	Chimie biologique.
	N.....	Zoologie, Anatomie, Phy- siologie comparée.
	PUISEUX.....	Mécanique et Astronomie.
	LEDUC.....	Physique.
Professeurs-adjoints.....	HADAMARD.....	Calcul différentiel et calcul intégral.
	MATRUCHOT.....	Botanique.
	MICHEL.....	Minéralogie.
	DAGUILLON.....	Botanique.
	BOUVEAULT.....	Chimie organique.
	BOREL.....	Théorie des fonctions.
Secrétaire.....	A. GUILLET.	

A MON MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR MANGIN

Hommage respectueux et reconnaissant.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LA

CLASSIFICATION DES FOUGÈRES DE FRANCE

Par Fernand PELOURDE

INTRODUCTION

La classification des Fougères est basée principalement sur les divers modes d'organisation de l'appareil sporifère. Mais, les sporanges des Fougères sont plutôt des organes de dissémination que des organes reproducteurs proprement dits. De plus, ils sont situés, dans la très grande majorité des cas, sur des parties non différenciées du limbe, organe très sensible aux variations de milieu, et, par conséquent, à structure très variable. Les sporanges ne présentent donc pas la même fixité que la fleur qui, en raison de son existence éphémère, est soustraite aux variations de milieu.

Les caractères tirés de l'organisation des sores, en vue de la classification, n'ont donc pas une importance aussi grande que les caractères tirés de la fleur chez les Phanérogames. D'ailleurs, ces caractères ont été interprétés et coordonnés de manières très diverses, suivant les auteurs qui les ont étudiés, ainsi qu'en témoignent les divergences parfois considérables qui existent entre les diverses classifications établies d'après les sores.

Je me suis demandé si les caractères anatomiques ne pourraient pas compléter utilement les caractères tirés des sores et permettre d'établir la classification des Fougères sur des bases plus certaines. La racine, que personne n'avait songé à utiliser jusqu'ici, bien que des observations isolées eussent montré l'im-

portance anatomique de cet organe, le pétiole, plus rarement la tige, ont fourni les éléments de ce travail.

Dans cette étude, il fallait se borner. La monographie d'un genre, séduisante dès l'abord, ne pouvait être entreprise, car, suivant les auteurs, les limites des genres sont extrêmement variables. J'ai pensé que l'étude anatomique des espèces d'une région déterminée pourrait fournir, pour un premier travail, des documents assez intéressants, et j'ai choisi la région française.

Ce travail est donc une étude anatomique et morphologique des *Eufilicinées* qui croissent naturellement en France. A cette étude, j'ai joint quelques observations sur certaines espèces exotiques, toutes les fois qu'une comparaison m'a paru nécessaire.

Les espèces que j'ai étudiées ont été récoltées, les unes dans la nature, les autres dans les serres du Muséum et dans celles de l'École supérieure de pharmacie de Paris ; pour quelques-unes, enfin, j'ai dû me contenter d'échantillons d'herbiers. Dans tous les cas, j'ai contrôlé les déterminations avec le plus grand soin.

J'ai effectué mes recherches au laboratoire de Cryptogamie du Muséum d'histoire naturelle de Paris, sous la direction de M. le professeur Mangin, à qui je dédie ce mémoire. Je tiens, avant de terminer, à remercier profondément mon maître, qui n'a cessé de me prodiguer ses conseils avec la plus extrême obligeance.

Je dois enfin remercier également un certain nombre de personnes, pour les renseignements ou documents divers qu'elles ont bien voulu me fournir, avec la plus grande complaisance ; en particulier MM. le Dr F. Camus, botaniste ; Chauveaud, chef de travaux à la Sorbonne ; Demilly, chef des cultures à l'École supérieure de pharmacie de Paris ; Hariot, préparateur au Muséum ; Jeanpert, botaniste ; Poisson, assistant au Muséum ; Souché, président de la Société botanique des Deux-Sèvres ; etc.

HISTORIQUE

La classification des Fougères, dont les principes fondamentaux ont été posés par Linné et Adanson, présente de nombreuses variations, suivant les auteurs. Sans remonter aux travaux anciens, qui ne nous seraient d'aucune utilité dans la circonstance, nous signalerons les classifications récentes de Milde, Luerssen, Hooker et Baker, et Diels, auxquelles nous aurons occasion de nous reporter, et dont nous discuterons plus tard la valeur systématique, au point de vue de la caractéristique de certains genres.

1^o CLASSIFICATION DE MILDE (1).

		(Hyménophyllacées. Polypodiacées. Cyathéacées. Osmundacées. Ophioglossacées.	
FILICINÉES.....			
POLYPODIACÉES.	I. Acrostichacées.	Polypodium. Gymnogramme (<i>leptophylla</i> , <i>Marantæ</i>).	
	II. Polypodiées.....	Allosorus. Adiantum. Cheilanthes. Pteris (<i>aquilina</i>).	
	III. Aspléniciées...	a. <i>Paleæ cystopteroidæ</i> . (Écailles à membr. toutes également épaissies)..	
		{ <i>Blechnum</i> . <i>Athyrium</i> .	
		b. <i>Paleæ clathrateæ</i> . (Cellules périphériques des écailles à parois plus minces que les autres)..	
		{ <i>Asplenium</i> . <i>Scolopendrium</i> . <i>Ceterach</i> .	
	IV. Aspidiacées.....	(Phegopteris. Aspidium.	
		{ <i>Cystopteris</i> . <i>Woodsia</i> .	
	V. Davalliées.		

(1) Milde, *Filices Europæ et Atlantidis, Asiæ minoris et Sibiricæ*. Leipzig, 1867.

2° CLASSIFICATION DE LUERSSEN (1).

FILICINEES..	{	1° Hétérosporées (Hydroptérides : Salviniacées et Marsiliacées).	
		2° Isosporées.	{ Leptosporangiées. { Hyménophyllacées.
			{ Eusporangiées ... { Polypodiacées.
			{ Osmundacées.
			{ Ophioglossacées.
POLYPODIACÉES.....	{	Polypodiées.....	Polypodium.
			Gymnogramme (leptophylla).
			Notholaena.
			Cryptogramme (C. crispa).
			Adiantum.
			Cheilanthes.
		Aspléniciées.....	Pteris.
			Pteridium.
			Blechnum.
			Scolopendrium.
		Aspidiciées.....	Athyrium.
			Asplenium.
			Ceterach.
			Phegopteris.
			Aspidium.
			Cystopteris.
			Woodsia.

Dans leur *Synopsis Filicum* (2). Hooker et Baker ont mentionné toutes les espèces de *Filicinées* qui étaient alors connues.

Dans ce travail, l'ordre des *Filicinées* est subdivisé en six sous-ordres qui sont : les *Gleichéniacées*, les *Polypodiacées*, les *Osmundacées*, les *Schizéacées*, les *Marattiacées* et les *Ophioglossacées*.

Quant au sous-ordre des *Polypodiacées*, il comprend deux groupes, celui des *Involucrées*, dont les espèces ont leurs sores recouverts par un indusium, et celui des *Exinvolucrées*, dont les espèces sont dépourvues d'indusium.

Le groupe des *Involucrées* se subdivise en dix tribus qui sont : les *Cyathéées*, les *Dicksoniées*, les *Hyménophyllées*, les *Davalliées*, les *Lyndsayées*, les *Ptéridées*, les *Blechnées*, les *Aspléniées*, les *Scolopendriées* et les *Aspidiées*.

Le groupe des *Exinvolucrées* ne comprend que trois tribus qui se nomment : les *Polypodiées*, les *Grammitidées* et les *Acrostichées*.

(1) Christian Luerssen, *Die Farnpflanzen oder Gefässbündelkryptogamen*, Zweite Auflage : *Kryptogamen-Flora*, Dritter Band, Leipzig, 1889.

(2) Hooker et Baker, *Synopsis Filicum, or a Synopsis of all Known Ferns...*, Londres, 1883.

Dans l'ouvrage d'Engler et Prantl, intitulé *Die natürlichen Pflanzenfamilien* (1), la partie consacrée aux *Ptéridophytes* a été traitée par plusieurs auteurs; l'introduction et les pages concernant la famille des *Hyménophyllacées* ont été écrites par Sadebeck, et c'est Diels qui s'est occupé du reste des *Eufilicinées*.

Quoi qu'il en soit, dans ce travail, l'ensemble des *Ptéridophytes* comprend quatre classes : les *Filicales*, les *Sphénophyllales*, les *Equisétales* et les *Lycopodiales*.

La classe des *Filicales* se subdivise en trois groupes qui sont : les *Filicales leptosporangiées*, les *Marattiales* et les *Ophioglossales*, et dont le premier se divise à son tour en deux sous-groupes, celui des *Eufilicinées* et celui des *Hydroptéridées*. Les *Eufilicinées* comprennent huit familles : les *Hyménophyllacées*, les *Cyathtëacées*, les *Polypodiacées*, les *Parkériacées*, les *Matoniacées*, les *Gleichéniacées*, les *Schizéacées*, et les *Osmundacées*.

La famille des *Polypodiacées* comprend enfin neuf tribus : les *Woodsiées*, les *Aspidiées*, les *Oléandrées*, les *Davalliées*, les *Aspléniées*, les *Ptéridées*, les *Vittariées*, les *Polypodiées*, et les *Acrostichées*.

Les espèces que j'ai étudiées appartiennent aux tribus des *Woodsiées*, des *Aspidiées*, des *Aspléniées*, des *Ptéridées*, et des *Polypodiées*, sauf l'*Osmunda regalis*, qui se range dans la famille des *Osmundacées*.

Il importe enfin de ne pas passer sous silence l'*Index Filicum* de Christensen (2), qui est une liste de toutes les Fougères connues actuellement, mais dont la publication n'est pas encore achevée.

Dans mon exposition, je suivrai le même ordre que Diels a suivi dans sa classification; en outre, pour les subdivisions des genres, je ferai des emprunts à la classification de Hooker et Baker.

C'est Presl qui, un des premiers, a mis l'anatomie au service de la classification. Il a dit, dans son *Tentamen Pteridographiæ* (3) :

« Les vaisseaux fournissent des caractères distinctifs d'une

(1) Engler und Prantl, *Die natürlichen Pflanzenfamilien, nebst ihren Gattungen und wichtigeren Arten, etc.*, Pteridophyten. Leipzig, 1902.

(2) Carl Christensen, *Index Filicum*. Christiania, 1906.

(3) Presl, *Tentamen Pteridographiæ*. Prague, 1836.

telle importance, que leur présence ou leur absence donnent une division primordiale des végétaux, que leur disposition suffit à l'établissement des grandes divisions des plantes vasculaires, et qu'enfin leur distribution dans la tige et les feuilles, dont ils constituent les nervures, permet de distinguer facilement les Monocotylédones des Dicotylédones. »

Dans un autre ouvrage, paru ultérieurement (1), il a décrit de nombreuses coupes transversales prises dans des pétioles de Fougères; mais trois seulement des espèces qu'il a considérées sont françaises; ce sont: l'*Osmunda regalis*, et deux Ophioglossacées, le *Botrychium Lunaria* et l'*Ophioglossum vulgatum*.

Cet auteur a conclu de ses recherches qu'il n'était pas possible d'établir une classification fondée uniquement sur les différences de forme des faisceaux pétioilaires.

Duval-Jouve a apporté un complément à l'œuvre de Presl, en s'occupant spécialement des Fougères indigènes, toujours au point de vue du nombre et de la forme des faisceaux du pétiole (2).

Plus tard, Thomæ a décrit avec beaucoup de détails la structure du pétiole chez un assez grand nombre d'espèces de Fougères (3). Il a ramené cette structure à une certaine quantité de types, qu'il a désignés par des termes comme ceux-ci: *Asplenieen*, *Aspidieen*, *Cyatheaceentypus*. Il a conclu, comme Presl, que les caractères anatomiques ne suffisaient pas pour établir une classification.

Deux années après le travail de Thomæ, M. Colomb s'est proposé de classer les Fougères de France, à l'aide de caractères morphologiques combinés avec les caractères anatomiques du pétiole (4). Il a distingué chez les Fougères françaises cinq types de structure: les types *Aspidium*, *Polypodium*, *Scolopendrium*, *Pteris* et *Osmunda*. En outre, il a séparé avec raison les *Polypodium calcareum*, *Dryopteris* et *Phegopteris* du *P. vul-*

(1) *Die Gefässbündel im Stipes der Farne*, Prague, 1847.

(2) Duval-Jouve, *Etudes sur le pétiole des Fougères*, Haguenau, 1856-1861.

(3) Thomæ, *Die Blattstiele der Farne*, Jahrb. f. wissensch. Bot., t. XVII, 1886).

(4) Colomb, *Essai d'une classification des Fougères de France basée sur leur étude anatomique et morphologique* (Bull. Soc. bot. France, 1888).

gare ; et, de même, il a séparé les *Polystichum Thelypteris* et *Oreopteris* des autres *Aspidiées* françaises.

Depuis, M. Parmentier a fait une étude comparative bien plus étendue sur la structure de la feuille, et principalement du pétiole, chez un grand nombre d'*Eufilicinées* (1). Dans un chapitre spécial, il a décrit la structure du pétiole, uniquement chez les Fougères françaises. En outre, il a cherché à distinguer certaines espèces indigènes à l'aide de caractères tirés de la structure du limbe, tels que le nombre des assises du mésophylle, par exemple.

D'ailleurs, plusieurs auteurs ont prétendu trouver dans l'organisation du limbe des caractères constants et capables de servir pour la classification. C'est ainsi que Peterson, dans ses *Recherches sur la feuille des Fougères indigènes* (2), a rangé les espèces qu'il a étudiées dans quatre groupes, caractérisés ainsi qu'il suit : dans l'un, les prolongements des cellules du mésophylle sont tous dirigés parallèlement à la surface du limbe ; dans un autre, certains de ces prolongements sont encore parallèles à la surface du limbe, tandis que d'autres sont dirigés perpendiculairement à cette surface ; dans un troisième groupe, il existe un tissu palissadique dont les cellules émettent des prolongements (Armpalissadengewebe) ; dans un quatrième enfin, il existe un vrai tissu palissadique.

Dans un travail plus récent (3), Mary Elgin Gloss a étudié la structure du limbe chez un certain nombre d'espèces de Fougères. Cet auteur considère les caractères suivants comme constants : le nombre des assises du mésophylle et du tissu palissadique ; la présence ou l'absence de tissu palissadique ; la présence ou l'absence de chloroleucites dans les cellules épidermiques du limbe ; etc.

Il existe encore des travaux d'une portée moins générale, dans lesquels les données de l'anatomie sont utilisées, soit pour caractériser une espèce en particulier, soit

(1) Parmentier, *Recherches sur la structure de la feuille des Fougères et sur leur classification* (Ann. Sc. nat. Bot., 8^e série, t. IX, 1899).

(2) Peterson, *Undersökning af die Inhemska ormbunkurnes Bladbyggnad*. Diss., Lund, 1889.

(3) Mary Elgin Gloss, *Mesophyll of Ferns* (Bull. of the Torr. Bot. Club, vol. XXIV, 1897, New-York).

pour distinguer plusieurs espèces les unes des autres.

On peut citer, par exemple, le travail de Farmer, sur le *Polypodium Schneideri* (1) ; le mémoire de Hofmann, sur le *Scolopendrium hybridum* (2), qui est un hybride entre le *S. officinarum* et le *Ceterach officinarum*; et encore la note de M. Parmentier, sur le *Cystopteris Blindi* (3).

On doit mentionner également la communication dans laquelle MM. Lachmann et Vidal distinguent l'*Aspidium Lonchitis* de l'*A. aculeatum* (4), principalement d'après le nombre de faisceaux que chacune de ces espèces reçoit dans son pétiole.

Ainsi, les auteurs qui ont utilisé les caractères anatomiques pour la classification des Fougères ne se sont adressés qu'à la feuille, et principalement au pétiole. Contrairement à eux, je me suis adressé à tous les organes végétatifs, que je vais passer successivement en revue : dans une première partie, je m'occuperai de la racine et du pétiole ; dans une deuxième, je m'occuperai du limbe ; et enfin, dans une troisième, je parlerai de la tige.

(1) Farmer, *On the structure of a hybrid Fern* (*Polyp. Schneideri* = *Polyp. aureum* × *Polyp. vulgare*, var. *elegantissimum*) (Ann. of Bot., t. XI, 1897).

(2) Hofmann, *Untersuchungen über Scolopendrium hybridum* Milde (Oester. Bot. Zeitsch., t. XLIX, 1899).

(3) Parmentier, *Une nouvelle Fougère hybride : Cystopteris Blindi* Parm. = *Cyst. fragilis* Bernh. × *Asplenium Trichomanes* L. (Bull. Ac. int. Géog. bot., t. VIII, n° 423, 1900, p. 40-42).

(4) Lachmann et Vidal, *Sur la valeur systématique des caractères distinctifs des Polystichum aculeatum et Lonchitis* (Bull. Soc. bot. France, t. LIII, 1906).

PREMIÈRE PARTIE

LA RACINE ET LE PÉTIOLE

TRIBU DES ASPLÉNÉES

Je vais donc, en premier lieu, m'occuper de la racine et du pétiole, et les étudier d'abord, par exemple, dans la tribu des *Asplénées*, telle que la comprend Diels (1).

Ce dernier la subdivise en deux sous-tribus : les *Aspléninées*, dont les sores sont fixés sur les nervures latérales, et les *Blechninées*, chez lesquelles les sores sont fixés sur des anastomoses des nervures latérales, parallèles à la nervure médiane.

Sous-tribu des Aspléninées.

Dans la sous-tribu des *Aspléninées*, que je vais d'abord considérer, Diels établit deux sections : l'une, qui comprend notamment les genres *Asplenium*, *Ceterach*, *Scolopendrium*, est caractérisée par des écailles à fortes cellules et par la présence, dans le pétiole, d'un ou de deux faisceaux ; quand le pétiole a deux faisceaux, ces derniers se réunissent à une certaine hauteur en un seul qui présente à sa surface trois ou quatre angles. Dans l'autre section, où se place le genre *Athyrium*, les écailles ont des cellules beaucoup plus délicates que dans la première section, et il y a toujours dans le pétiole deux faisceaux qui se réunissent en un seul, affectant la forme d'un demi-cylindre.

Je vais passer successivement en revue ces quatre genres.

Asplenium. — Dans le genre *Asplenium*, créé par Linné, il n'y a qu'un sore sur la même nervure, et l'indusium s'ouvre du côté interne, c'est-à-dire du côté opposé à la nervure.

(1) Diels, *Cyatheaceen-Osmundaceen*, in Engler und Prantl, *l.c. cit.*

J'ai examiné treize espèces appartenant à ce genre, dont toutes les espèces françaises, qui sont au nombre de dix. Hooker et Baker (1) placent ces dernières dans leur section *Euasplenium*, et les ordonnent de la façon suivante : dans un premier groupe, à frondes une fois pennées, ils placent d'un côté l'*A. viride* Huds., à cause de son rachis vert ; d'un autre côté, les *A. Trichomanes* L. et *Petrarchæ* D. C., à cause de leur rachis brun ; en outre, l'*A. septentrionale* Sw., à cause de ses pennes allongées et très étroites ; et enfin l'*A. marinum* L., à pennes coriaces et à nervures relativement obscures. Dans un deuxième groupe, à frondes pennées de deux à quatre fois, Hooker et Baker placent d'un côté les *A. germanicum* Weiss, *Ruta muraria* L. et *Adiantum nigrum* L., à cause de leur nervation subflabellée ; et, d'un autre côté, les *A. fontanum* Bernh. et *lanceolatum* Huds., à cause de leur nervation pennée.

On peut résumer ce qui précède dans le tableau suivant :

	1°	<i>Asplenium viride.</i>	
A	}	2°	— <i>Trichomanes.</i>
			— <i>Petrarchæ.</i>
		3°	— <i>septentrionale.</i>
		4°	— <i>marinum.</i>
		<i>Asplenium germanicum.</i>	
B	}	1°	— <i>Ruta muraria.</i>
			— <i>Adiantum nigrum.</i>
			— <i>fontanum.</i>
		2°	— <i>lanceolatum.</i>

Hooker et Baker placent en outre les trois espèces exotiques que j'ai également étudiées dans deux autres sections, savoir : les *A. dimorphum* Kze et *Belangeri* Kze, dans leur section *Darea* Juss., à cause des divisions ultimes de leurs frondes, qui sont allongées et très étroites, et l'*A. Nidus* L. dans leur section *Thamnopteris* Presl, à cause de ses nervures reliées entre elles à leurs extrémités par une ligne transversale intramarginale.

Je vais essayer d'analyser les relations qui existent entre ces diverses espèces au point de vue de la structure de leur racine et de leur pétirole.

Si l'on examine la racine de l'*A. lanceolatum*, par exemple

Hooker et Baker, *loc. cit.*

(fig. 1), on remarque que son cylindre central est entouré, en dehors de l'endoderme, par trois ou quatre assises de cellules, sclérifiées d'une façon tout à fait spéciale; elles le sont, en effet, principalement du côté interne, moins suivant leurs parois radiales, et à peine du côté externe. On y distingue très nettement les zones successives d'épaississements, et leur lumière, extrêmement réduite, est rejetée du côté externe.

Cette variété de sclérenchyme a déjà été observée par Russow, chez l'*Asplenium marinum* (1), et par M. Van Tieghem, chez le *Scolopendrium officinarum* (2).

L'épaisseur de l'anneau scléreux en question est plus ou moins grande, suivant les espèces auxquelles on a affaire; ainsi, tandis qu'elle comprend seulement une ou deux assises de cellules chez les *Asplenium Ruta muraria* et *Trichomanes*, par exemple, elle en comprend jusqu'à huit ou dix chez l'*Asplenium marinum*. Quoi qu'il en soit, cette sorte de sclérenchyme existe dans la racine de tous les *Asplenium* que j'ai examinés. On verra plus loin qu'elle se rencontre également dans les genres *Ceterach* et *Scolopendrium*.

Dans la structure du pétiole des *Asplenium*, on constate un polymorphisme bien plus accentué que dans celle de leur racine. Toutefois, en règle générale, le faisceau qui, dans le pétiole des *Asplenium*, résulte de la fusion des deux faisceaux initiaux (ou bien le faisceau unique, s'il n'y en a qu'un à l'origine), a toujours sa partie ligneuse en forme d'X. Cette forme a déjà été signalée par Russow (3) dans les genres *Asplenium* et *Scolopendrium*. Elle est particulièrement nette chez l'*A. Adiantum nigrum*, par exemple.

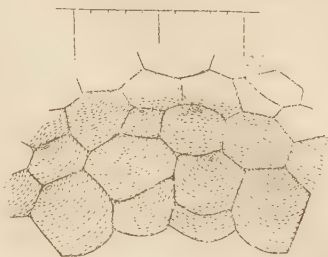


Fig. 1. — Racine de l'*Asplenium lanceolatum*; cellules scléreuses à lumière excentrique, situées autour de l'endoderme (coupe transversale).

(1) Russow, *Vergleichende Untersuchungen...* (Mém. Acad. St-Petersbourg, t. XIX, 7^e série, 1872).

(2) Van Tieghem, *Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires: Mémoire sur la racine* (Ann. Sc. nat., Bot., t. XIII, 5^e série, 1870-1871).

(3) Russow, *loc. cit.*

Dans cette espèce, le pétiole est entouré par une gaine scléreuse, à membranes très épaissies, et qui débute dès la surface. En outre, chacun de ses deux faisceaux possède un arc vasculaire, dont la concavité est tournée du côté extérieur, et dont les extrémités sont un peu recourbées du côté interne, surtout les inférieures.

Lorsque ces faisceaux sont réunis (fig. 2), dans la partie supérieure du pétiole, la section du faisceau résultant affecte sensiblement la forme d'un trapèze, dont la plus grande base est tournée du côté supérieur; quant au bois, il a encore ses quatre extrémités un peu recourbées vers l'intérieur. De plus,

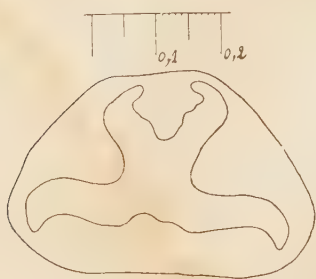


Fig. 2. — Faisceau de la partie supérieure du pétiole de l'*Asplenium Adiantum nigrum*, avec la partie ligneuse en forme d'X (coupe transversale).

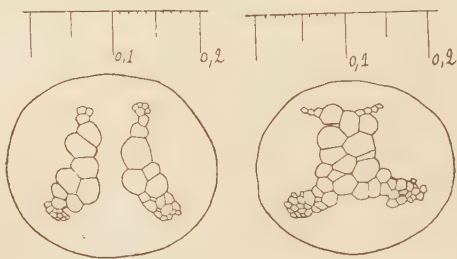


Fig. 3. — Faisceau de la partie supérieure du pétiole de l'*Asplenium Trichomanes*: à gauche, avant la réunion des deux parties ligneuses; — à droite, après cette réunion.

ses deux branches inférieures sont plus courtes que les deux supérieures, car les deux arcs vasculaires initiaux, pour se réunir, prennent contact plus près de leur extrémité inférieure que de leur extrémité supérieure.

On rencontre une structure analogue chez les *A. fontanum*, *viride*, *marinum* et *lanceolatum*; toutefois, dans ces deux dernières espèces, les extrémités supérieures de l'X vasculaire ne se recourbent pas vers l'intérieur.

Chez les autres *Asplenium* français, les deux branches inférieures de cet X sont presque nulles, et réduites à quelques rares petits vaisseaux.

Prenons pour exemple l'*A. Trichomanes* (fig. 3). Dans cette espèce, le pétiole ne possède qu'un faisceau à sa base; toutefois, les deux arcs ligneux de ce faisceau sont distincts jusqu'à une

certaine hauteur. Ils sont courts et épais, et leurs extrémités ne se recourbent pas vers l'intérieur ; en outre, leurs deux moitiés inférieures sont parallèles, si bien que, quand ils s'unissent, ces deux moitiés coïncident suivant toute leur longueur, et l'*X* obtenu a ainsi ses branches inférieures à peu près nulles : on a donc plutôt la forme d'un T. Le pétiole de l'*A. Petrarchæ* est constitué de la même façon.

Le pétiole des *A. Ruta muraria*, *septentrionale* et *germanicum* possède un appareil conducteur semblable à celui que l'on trouve chez les deux *Asplenium* précédents. Mais il existe entre les deux séries d'*Asplenium* que je viens de mentionner des différences dans la structure de l'écorce du pétiole. Chez l'*A. Ruta muraria*, par exemple, cette écorce est dépourvue de gaine

scléreuse ; l'épiderme et une ou deux assises sous-jacentes ont seulement leurs membranes un peu épaissies, relativement à celles des autres cellules (fig. 4). C'est grâce à cela que, dans cette espèce, le pétiole a une texture herbacée et est très flexible. Les cellules qui constituent ces deux ou trois assises à parois épaissies ont une section polygonale et s'appliquent étroitement les unes contre les autres. Celles du reste de l'écorce sont arrondies et émettent des bourgeonnements qui délimitent d'assez grandes lacunes ; cela rappelle assez la structure d'un mésophylle. Enfin, autour de l'endoderme, il n'y a qu'une assise de cellules à contour polygonal. Le tissu lacuneux atteint par endroits la surface du pétiole, et, à ces endroits, on rencontre des stomates.

Chez l'*A. septentrionale*, il existe encore un tissu cortical très spongieux ; mais, comme l'a constaté M. Parmentier (1), à la base du pétiole, l'épiderme et une ou plusieurs assises sous-jacentes sont sclérifiées, et leurs membranes sont même très

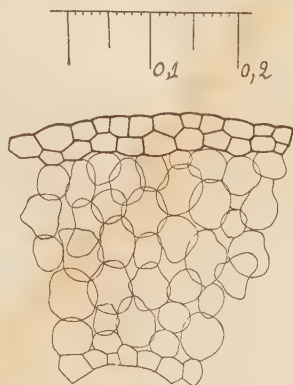


Fig. 4. — Écorce du pétiole de l'*Asplenium Ruta muraria* (coupe transversale).

(1) Parmentier, *loc. cit.*, p. 350.

épaissies. A un niveau assez peu élevé, ces assises ne sont plus sclérifiées, et l'on a à peu près le même aspect que chez l'*A. Ruta muraria*. Aussi, le pétiole de l'*A. septentrionale* est-il encore flexible.

Enfin, chez l'*A. germanicum*, dont l'aspect général rappelle fort celui de l'*A. septentrionale*, la partie interne du tissu cortical du pétiole présente encore de grandes lacunes; mais, à sa base, le pétiole est entouré par une gaine scléreuse continue et assez épaisse, rappelant celle qui existe chez l'*A. Trichomanes*. Plus haut, cette gaine diminue d'épaisseur, ainsi que les parois de ses éléments, et elle devient discontinue.

L'*A. germanicum*, que l'on a considéré, à cause de ses caractères morphologiques, comme un hybride entre les *A. Trichomanes* et *septentrionale*, présente donc, effectivement, dans l'organisation de son pétiole, un mélange de caractères appartenant à ces deux dernières espèces.

Ainsi, en se basant sur la structure de leur pétiole, on doit grouper les *Asplenium* précédents ainsi qu'il suit : d'abord, les *A. viride*, *Adiantum nigrum*, *fontanum*, *marinum*, *lanceolatum*, ces deux derniers se distinguant des trois premiers, parce que les branches inférieures de l'X vasculaire n'y sont pas recourbées vers l'intérieur; puis, les *A. Trichomanes* et *Petrarchæ*; ensuite les *A. Ruta muraria* et *septentrionale*, ce dernier se distinguant de l'*A. Ruta muraria* par la présence d'une gaine scléreuse autour de la base de son pétiole; enfin, l'*A. germanicum*, qui occupe une position intermédiaire entre ces deux derniers groupes. On peut résumer ces conclusions à l'aide des deux tableaux suivants, qui permettent de comprendre rapidement : à droite, les rapports systématiques qui existent entre les *Asplenium* en question, d'après la classification de Hooker et Baker; à gauche, ceux que révèle l'examen anatomique du pétiole :

A. viride.
A. Adiantum nigrum.
A. fontanum.
A. marinum.
A. lanceolatum.
A. Trichomanes.
A. Petrarchæ.
A. germanicum.
A. septentrionale.
A. Ruta muraria.

A. viride.
 { *A. Trichomanes.*
 A. Petrarchæ.
 A. septentrionale.
 A. marinum.
 { *A. germanicum.*
 A. Ruta muraria.
 { *A. Adiantum nigrum.*
 A. fontanum.
 A. lanceolatum.

Il importe donc de modifier la classification de Hooker et Baker de la façon suivante : 1° en rapprochant l'*A. viride* et l'*A. marinum* des *A. fontanum* et *lanceolatum* ; 2° en séparant l'*A. Adiantum nigrum* des *A. Ruta muraria* et *germanicum*, pour le rapprocher des *A. viride* et *fontanum* ; 3° enfin, en rapprochant l'*A. septentrionale* des *A. Ruta muraria* et *germanicum*.

Si nous considérons maintenant le pétiole des *A. dimorphum* et *Belangeri*, nous y trouvons une zone scléreuse intracorticale, comme Thomæ en signale une chez les *A. Nidus* et *dimorphum* (1). Cette zone a des membranes très épaissies. A son intérieur, il existe un parenchyme à parois minces, dont les éléments sont arrondis et séparés les uns des autres par de grands méats ; à son extérieur, elle est séparée de l'épiderme par des cellules polygonales, à parois épaissies. Les deux arcs vasculaires de la base du pétiole sont allongés et très étroits ; à un certain niveau, ils se réunissent de façon à figurer, sur une coupe transversale, un X à branches inférieures bien développées, mais, comme chez les autres *Asplenium*, plus courtes que les branches supérieures.

Ces dernières sont étalées sur une même ligne droite, perpendiculaire à la ligne de contact des deux arcs vasculaires initiaux ; autrement dit, elles sont presque dans le prolonge-

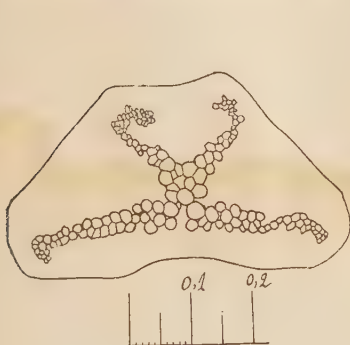


Fig. 5. — Faisceau du pétiole de l'*Asplenium Belangeri*, après la réunion des deux parties ligneuses (coupe transversale).

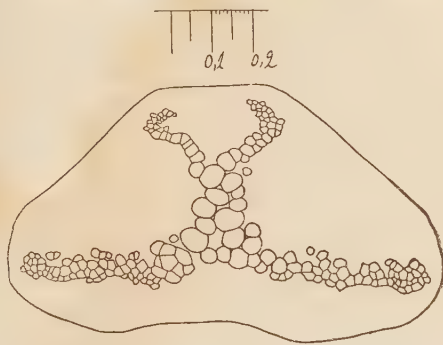


Fig. 6. — Faisceau du pétiole de l'*Asplenium dimorphum*, après la réunion des deux parties ligneuses (coupe transversale).

ment l'une de l'autre. Leurs extrémités sont un peu recourbées vers l'intérieur chez l'*A. Belangeri* (fig. 5), contrairement à ce qui a lieu chez l'*A. dimorphum* (fig. 6).

(1) Thomæ, *Die Blattstiele der Farne* (Jahrb. f. wissensch. Bot., t. XVII, 1886).

Autour des faisceaux pétiolaires de l'*A. dimorphum*, il y a une assise de cellules qui sont sclérifiées principalement suivant leurs parois radiales et suivant leurs parois externes (1).

C'est là une « Stützscheide », au sens que Russow donne à ce terme. Cette formation manque chez l'*A. Belangeri*. Chez ce dernier, l'intervalle compris entre les deux faisceaux initiaux est occupé par un amas de sclérenchyme, dans lequel les membranes sont très épaissies, et les lumières, généralement excentriques. Ce pilier scléreux émet un prolongement dans sa partie supérieure, et, après la réunion des deux faisceaux, c'est effectivement du côté supérieur du nouveau faisceau obtenu qu'il se trouve. Il est alors bien moins important qu'au début, et disparaît rapidement.

Ainsi, les *A. dimorphum* et *Belangeri* se distinguent aisément des *Asplenium* dont j'ai parlé précédemment, principalement par leur gaine scléreuse intracorticale, et cela concorde avec la classification de Hooker et Baker, qui ont placé ces deux espèces dans une section autre que celle des *Euasplenium*.

On trouve encore une gaine scléreuse intracorticale dans le pétiole de l'*A. Nidus*. Ce pétiole a une forme particulière : sa section, en effet, figure un triangle, avec une base légèrement convexe, tournée du côté supérieur. Du côté inférieur, ce triangle émet un prolongement demi-cylindrique.

De plus, dans ce pétiole, la cuticule a une grande épaisseur, qui équivaut presque à la moitié de celle des cellules épidermiques sous-jacentes. En dedans de la gaine scléreuse, on trouve plusieurs assises de cellules ayant un contour polygonal, et dont les parois sont plus épaisses que celles des cellules plus internes, qui ont un contour arrondi.

Les deux arcs ligneux des faisceaux sont très allongés et recourbés à angle droit en un certain point ; c'est en ce point que se fait l'union des deux arcs ligneux, grâce à un pont transversal très court, correspondant à ce que les Allemands appellent une « Querband ». Les branches de l'*X* ainsi obtenu ne sont pas recourbées vers l'intérieur à leurs extrémités. Le faisceau dans lequel est contenu cet *X* possède, autour de son endoderme, une

(1) Thomæ, loc. cit.

assise de cellules, dont les parois sont un peu plus épaissies que celles des cellules environnantes. De plus, à ses quatre angles, on trouve un amas de cellules à parois sclérifiées suivant une très grande épaisseur; cet amas est mince et concave extérieu-

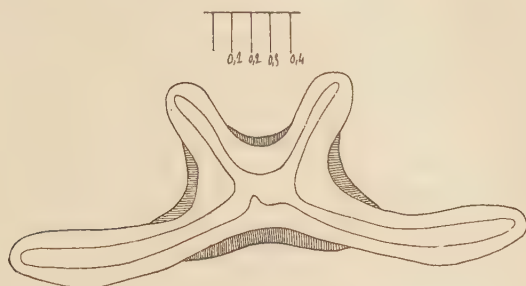


Fig. 7. — Faisceau de la partie supérieure du pétiole de l'*Asplenium Nidus*, avec les quatre piliers scléreux qui l'accompagnent.

rement (fig. 7). Comme on le verra plus loin, ce caractère rapproche l'A. *Nidus* des espèces du genre *Scolopendrium*.

En raison de sa structure, l'A. *Nidus* doit donc occuper, dans la classification, une place différente de celles qu'occupent les autres *Asplenium* que je viens d'examiner.

Ceterach. — Considérons maintenant le genre *Ceterach*.

Dans les espèces de ce genre, qui a été créé par Willdenow, les nervures sont anastomosées vers leurs extrémités, et la face inférieure du limbe est recouverte par des écailles; en outre, les sores sont situés comme chez les *Asplenium*, mais l'indusium est rudimentaire.

Le genre *Ceterach*, qui est très restreint, est admis par plusieurs auteurs, notamment par Milde (1), Luerssen (2) et Christensen (3); ce dernier y reconnaît quatre espèces. Quant à Hooker et Baker, ils placent une partie de ces espèces dans le genre *Gymnogramme*, et les autres, notamment le *Ceterach officinarum* Willd. (= *Asplenium Ceterach* L.), dans la section *Hemidictyum* Presl du genre *Asplenium*.

Le *C. officinarum*, dont je vais étudier la structure, est le seul *Ceterach* français.

(1) Milde, *loc. cit.*

(2) Luerssen, *loc. cit.*

(3) Carl Christensen, *loc. cit.*

Dans sa racine, on trouve, autour de l'endoderme, une gaine scléreuse semblable à celle qui existe chez les *Asplenium*.

Dans son pétiole, il possède, immédiatement au-dessous de l'épiderme, plusieurs assises de cellules à parois un peu épaissies. Quant aux faisceaux. M. Lachmann, en parlant de leur insertion sur ceux du rhizome, dit qu'ils sont accolés, mais généralement distincts à la base (1). A la partie inférieure du pétiole, en effet, on trouve, sur une coupe transversale, un faisceau unique, qui ne possède même qu'un seul amas de vaisseaux; cela n'existe que suivant un espace très court, durant lequel le pétiole est, d'ailleurs, plus étroit que dans le reste de son étendue. Puis, le bois se sépare en deux parties, ainsi que le faisceau; entre les deux nouveaux faisceaux obtenus, il s'insinue un amas de sclérenchyme qui existait à la partie supérieure du faisceau primitif. Il existe également, à la base du pétiole, deux autres amas scléreux qui sont situés sur les faces latérales de ce faisceau primitif, et qui conservent la même position, après la division de ce dernier. L'amas scléreux central se partage bientôt en deux parties, et chaque faisceau est alors accompagné par deux piliers scléreux (2), répondant à ce que Russow a appelé des *Stützbündel*. Celui de ces piliers qui est situé du côté interne de chaque faisceau est le plus développé; il s'avance beaucoup plus du côté supérieur que du côté inférieur, et cela se comprend, puisqu'il provient de la division de l'amas scléreux qui existait primitivement au côté supérieur du faisceau initial. Les membranes de ces piliers scléreux sont très épaissies, et les lumières des cellules y sont excentriques, comme dans l'écorce interne de la racine.

Dans la partie supérieure du pétiole, les deux faisceaux se réunissent à nouveau, ainsi que les deux piliers scléreux internes qui sont alors confondus en un seul, situé du côté supérieur du faisceau résultant, et subsistant même après la disparition des deux piliers latéraux.

Quant au bois du faisceau ainsi obtenu, il affecte une forme

(1) Lachmann, *Contribution à l'histoire naturelle de la racine des Fougères*, légende de la figure 17 de la planche II (Ann. Soc. bot. Lyon, t. XVI, 1889).

(2) Duval-Jouve, *Études sur le pétiole des Fougères*. Haguenau, 1856-1861.

de *T.* comme chez les *Asplenium Trichomanes* et *Ruta muraria*, par exemple.

Ainsi, si l'on fait abstraction des piliers scléreux de son pétiole, on peut dire que le *Ceterach officinarum* a une structure rappelant tout à fait celle des *Asplenium*.

D'ailleurs, il existe des formations analogues à ces amas de sclérenchyme chez divers *Asplenium*. Chez l'*A. ciride*, en effet, on remarque, à la base du pétiole, et du côté interne de chaque faisceau, un pilier scléreux peu épais; chez l'*A. fontanum*, il y en a également un du côté externe de chaque faisceau. Enfin, Russow a signalé la même chose à la base du pétiole, chez l'*A. Ruta muraria* (1). C'est dire qu'il existe des termes de passage entre les *Asplenium* dépourvus de piliers scléreux et le *Ceterach officinarum*, qui en possède.

Scolopendrium. — Dans la sous-tribu des *Aspléninées*, il me reste encore à examiner les genres *Scolopendrium* et *Athyrium*. Le genre *Scolopendrium*, créé par Smith, est caractérisé par le fait que les sores y sont fixés par paires, sur deux nervures successives; les deux indusium, dans chaque paire de sores, se recouvrent au début, puis s'ouvrent en regard l'un de l'autre, à la maturité. C'est comme si l'on rapprochait deux sores d'*Asplenium*, de façon que les bords libres de leurs indusia soient tournés l'un vers l'autre.

Le genre *Scolopendrium*, confondu par Linné avec le genre *Asplenium*, est généralement admis aujourd'hui, et placé auprès des genres *Asplenium* et *Ceterach*, par Milde et Diels, par exemple. Toutefois, dans la classification de Hooker et Baker, il constitue à lui seul une tribu, dite des *Scolopendriées*, et équivalente à celle des *Aspléninées*. Hooker et Baker signalent neuf espèces de *Scolopendrium*, qu'ils placent dans quatre sections différentes.

Les deux seules espèces qui vivent en France (*S. officinarum* Sw. et *S. Hemionitis* Cav.) appartiennent à la section *Euscolopendrium*. Je vais les passer successivement en revue, au point de vue anatomique.

Toutes les deux ont une racine constituée comme celle des *Asplenium*. En outre, le *S. officinarum* possède dans son pé-

(1) Russow, *loc. cit.*

tiole une gaine scléreuse intracorticale, comme les *Asplenium Nidus*, *dimorphum* et *Belangeri*; mais les membranes de cette gaine scléreuse sont moins épaisses que chez ces trois *Asplenium*.

Il possède également deux arcs vasculaires qui ont leur extrémité inférieure recourbée « en crochet » du côté interne, selon l'expression de M. Parmentier (1). Après leur réunion, ils se touchent à peu près en leur milieu. L'x ainsi obtenu a ses branches inférieures encore recourbées du côté interne.

Depuis Duval-Jouve, on sait que les faisceaux pétioleux de la Scolopendre sont accompagnés par deux piliers scléreux (« Stützbündel »), comme ceux du *Ceterach officinarum*. Les membranes de ces piliers sont très épaissies et ne laissent subsister dans chaque cellule qu'une faible lumière centrale. Celui qui est situé du côté interne est plus important que l'autre; en outre, il ne s'avance pas plus du côté supérieur que du côté inférieur, contrairement à ce qui a lieu chez le *Ceterach officinarum*. A mesure que les faisceaux se rapprochent, les deux piliers scléreux internes en font autant, et ils arrivent finalement à se toucher, puis à se confondre en un seul, qui devient peu à peu convexe du côté inférieur, mais demeure concave du côté supérieur. Puis, ce nouveau pilier s'étrangle de plus en plus en son milieu, dans un sens perpendiculaire aux grands axes des faisceaux; et après la réunion de ces derniers, il est naturellement divisé en deux masses, comprenant toutes les deux une partie de chacun des deux piliers primitifs. Autrement dit, chacun de ces deux piliers primitifs sert à former une moitié du pilier supérieur et une moitié du pilier inférieur du faisceau définitif. Quant aux piliers latéraux, ils restent intacts.

Le *S. Hemionitis* diffère du *S. officinarum* par les caractères suivants : Les deux faisceaux du pétiole sont coescents à la base de ce dernier; mais leurs deux arcs ligneux sont d'abord distincts; de plus, la gaine scléreuse commence immédiatement au-dessous de l'épiderme du pétiole, comme chez le *Ceterach officinarum* (2).

(1) Parmentier, *Recherches sur la structure de la feuille des Fougères et sur leur classification* (Ann. Sc. nat., Bot., t. IX, 8^e série, 1899).

(2) Parmentier, *loc. cit.*

Ainsi, le genre *Scolopendrium*, par la structure de sa racine et par celle de son pétiole, rappelle les genres *Asplenium* et *Ceterach*. Il se rapproche particulièrement de ce dernier genre par la présence de piliers scléreux dans son pétiole. On sait, d'ailleurs, qu'il existe entre le *Ceterach officinarum* et le *Scolopendrium officinarum* un hybride, qui est le *Scolopendrium hybridum* Milde, et qui a été l'objet d'une étude spéciale de la part de Hofmann (1).

Toutefois, on ne saurait éloigner les genres *Ceterach* et *Scolopendrium* des *Asplenium*, à cause des piliers scléreux de leur pétiole, puisqu'on trouve des formations analogues chez certains *Asplenium*, tels que les *A. viride*, *fontanum*, *Belangeri* et *Nidus*.

D'ailleurs, plusieurs auteurs ont constaté que ces trois genres présentent entre eux de grandes affinités au point de vue morphologique ; c'est ainsi que le *Ceterach officinarum* a été appelé *Asplenium Ceterach* par Linné et *Scolopendrium Ceterach* par Symons, et que le *Scolopendrium officinarum* a été appelé *Asplenium Scolopendrium* par Linné.

L'anatomie montre que ces appellations sont loin d'être dénuées de fondement, et, si l'on veut conserver aux trois types *Asplenium*, *Ceterach*, *Scolopendrium*, leur dignité de genres, à cause de leurs différences morphologiques, elle nécessite néanmoins de les rapprocher étroitement, puisqu'ils ont tous les trois un plan d'organisation absolument analogue dans leurs racines et dans leurs pétioles.

La classification de Diels, par exemple, prévaut donc à cet égard sur celle de Hooker et Baker, car, comme je l'ai dit plus haut, ces deux auteurs éloignent le genre *Scolopendrium* du genre *Asplenium* en le plaçant dans une tribu spéciale. La série des trois genres *Asplenium*, *Ceterach*, *Scolopendrium*, est donc très homogène au point de vue anatomique.

Athyrium. — Nous arrivons maintenant au genre *Athyrium*.

Ce genre, créé par Roth, était autrefois confondu avec le genre *Asplenium* ; d'ailleurs, Hooker et Baker en font encore

(1) Hofmann, *Untersuchungen über Scolopendrium hybridum* Milde (Oester. Bot. Zeitsch., t. XLIX, 1899, p. 161-164 et 216-221).

une section de ce dernier. Il se distingue principalement des *Asplenium* par ses écailles à cellules délicates. En France, il est représenté par deux espèces : l'A. *Filix-fœmina* Roth (= *Asplenium F. fœmina* Bernh.) et l'A. *alpestre* Nylander (= *Asplenium alpestre* Mett.) qui se distinguent en ce que, dans la première, les sores sont arqués, ainsi que l'indusium qui les recouvre, tandis que, dans la seconde, ils sont arrondis et dépourvus d'indusium.

Au point de vue anatomique, ces deux espèces se séparent nettement des vrais *Asplenium*. La racine de l'A. *Filix-fœmina* est dépourvue de gaine scléreuse ; mais les membranes de son écorce, quoique non sclérifiées, sont toutes assez fortement épaissies, sauf celles de l'épibème, et elles le sont d'autant plus que les cellules auxquelles elles appartiennent sont situées davantage vers l'extérieur (fig. 8).

Je n'ai rencontré une semblable structure dans aucun autre

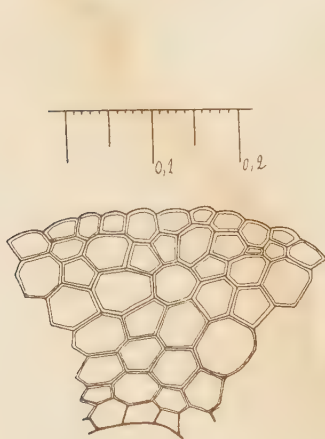


Fig. 8. — Écorce de la racine de l'*Athyrium Filix-fœmina* (coupe transversale).



Fig. 9. — Un des deux faisceaux pétioinaires de l'*Athyrium Filix-fœmina* (coupe transversale).

groupe de Fougères. Quant au pétiole, il possède deux faisceaux, dans lesquels le bois a une forme très spéciale (fig. 9). Sur une coupe transversale, ce bois est très allongé ; on ne trouve guère, dans la plus grande partie de son étendue, qu'une épaisseur de vaisseaux, et ces vaisseaux sont souvent discontinus. C'est dans la partie supérieure de sa région médiane qu'il

présente son maximum de largeur. A partir de cet endroit, jusque tout auprès de son extrémité supérieure, il comprend encore plusieurs épaisseurs de vaisseaux. Il est donc plus large dans sa partie supérieure que dans sa partie inférieure.

Son extrémité inférieure est recourbée en arc de cercle, et elle est moins allongée que son extrémité supérieure ; cette dernière, après s'être recourbée, est presque rectiligne, et parallèle à la région d'où elle est issue. Dans la partie supérieure du pétiole, les deux amas vasculaires que je viens de décrire entrent en contact par leurs extrémités inférieures et semblent réunis par une bande transversale (« Querband »).

Quant à l'*Athyrium alpestre*, je n'ai pu en examiner qu'un fragment de pétiole desséché. J'y ai vu deux cordons ligneux, semblables à ceux que l'on trouve chez l'*A. Filix-fœmina*, mais un peu plus épais que ces derniers.

D'après ce qui précède, il importe donc de distinguer le genre *Athyrium* du genre *Asplenium*.

Sous-tribu des Blechninées.

Je vais maintenant passer en revue quatre espèces appartenant au genre *Blechnum* L. qui est le type de la sous-tribu des *Blechninées*. Parmi ces quatre espèces, se trouve l'unique *Blechnum* français, qui est le *B. Spicant* Roth (= *Lomaria Spicant* Desv.) et que Diels place dans sa section *Lomaria* Willd. du genre *Blechnum*. Quant aux trois autres *Blechnum*, qui sont les *B. brasiliense* Desv., *Lanceola* Sw. et *occidentale* L., Diels les a placés dans sa section *Eublechnum*.

Hooker et Baker admettent le genre *Lomaria* Willd., qu'ils placent dans leur tribu des *Ptéridées* ; ils y rangent le *Blechnum Spicant* ; et ils mettent le genre *Blechnum* proprement dit, comprenant les trois autres espèces en question, dans leur tribu des *Blechnées*. Ils distinguent les *Blechnum* des *Lomaria* parce que les sores des *Blechnum* sont situés à côté de la nervure médiane de la feuille qui les porte, tandis que ceux des *Lomaria* sont situés à une certaine distance de cette nervure médiane.

Chez tous les *Blechnum* en question, la racine possède, autour de son endoderme, une gaine scléreuse dont toutes les membranes

sont également épaissies. Russow avait déjà signalé ce fait chez le *B. Spicant*, (1) et M. Van Tieghem, chez le *B. occidentale* (2).

Mais ces *Blechnum* n'ont pas tous la même structure dans leur pétiole. Chez le *B. Spicant*, le pétiole possède deux faisceaux principaux, dont la partie ligneuse est en forme d'« hippocampe » ; entre ces deux faisceaux, du côté inférieur, il en existe généralement un troisième, plus petit que les deux autres, et dont le bois est en forme d'arc, à convexité tournée du côté inférieur. C'est la seule Fougère française dans le pétiole de laquelle on trouve ainsi un petit faisceau inférieur, en même temps que deux autres faisceaux, plus gros, avec bois en « hippocampe » (3). Cet « hippocampe » est très court et renflé dans sa partie centrale, où l'on trouve de grands vaisseaux, qui sont plus ou moins discontinus ; les vaisseaux des extrémités sont beaucoup moins grands que les précédents. Ces extrémités sont courtes ; toutefois, celle qui se trouve du côté supérieur est plus importante que l'autre (fig. 10).

Chez les *B. occidentale* et *Lanceola*, on trouve encore dans le pétiole un petit faisceau inférieur, semblable à celui du *B. Spicant* ; mais la forme du bois des deux plus gros faisceaux n'est pas la même chez ces deux espèces.

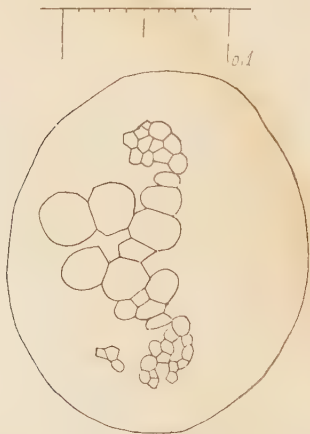


Fig. 10. — Un des deux faisceaux pétioires principaux du *Blechnum Spicant* (coupe transversale).

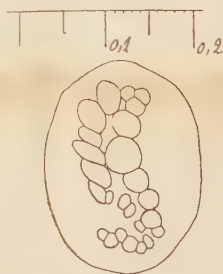


Fig. 11. — Un des deux faisceaux pétioires principaux du *Blechnum occidentale* (coupe transversale).

Chez le *B. occidentale* (fig. 11), elle rappelle un « hippocampe »

(1) Russow, *loc. cit.*

(2) Van Tieghem, *loc. cit.*

(3) Parmentier, *loc. cit.*, p. 354.

dont l'extrémité inférieure serait nulle et la partie principale plus allongée que chez le *B. Spicant*; en outre, dans cette région principale, les vaisseaux sont ordonnés suivant deux rangées environ, dans le sens de l'épaisseur, et ils sont en plus grand nombre que chez le *B. Spicant*. Du côté inférieur, on remarque deux ou trois vaisseaux qui équivalent à une extrémité inférieure très rudimentaire. L'extrémité supérieure, au contraire, est bien développée.

Chez le *B. Lanceola*, le bois des deux gros faisceaux ne se recourbe à aucune de ses extrémités et figure un croissant, à éléments plus ou moins discontinus dans sa partie centrale (fig. 12).

Chez le *B. brasiliense*, qui est une plante beaucoup plus

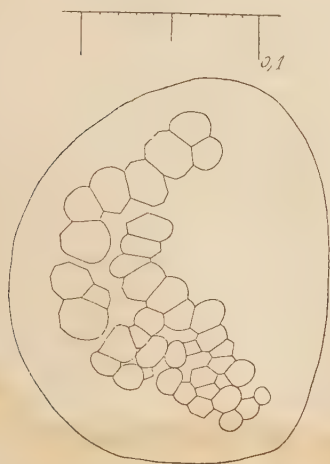


Fig. 12. — Un des deux faisceaux pétio-laires principaux du *Blechnum Lanceola* (coupe transversale).

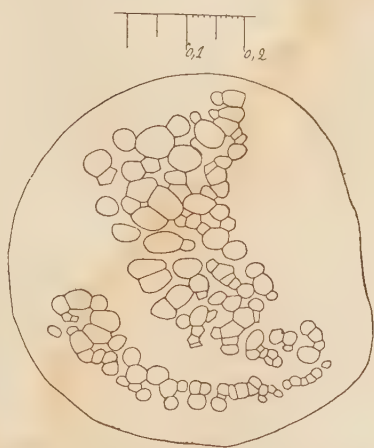


Fig. 13. — Un des deux faisceaux pétio-laires principaux du *Blechnum brasiliense* (coupe transversale).

vigoureuse que les précédentes, on trouve, dans le pétiole, de nombreux petits faisceaux; j'en ai compté sept à la base, savoir: un médian, qui est le plus gros et qui est suivi de chaque côté par trois autres, dont le diamètre est de moins en moins grand, à mesure qu'on avance du côté supérieur. De cette façon, le pétiole conserve sa symétrie bilatérale. Quant aux deux gros faisceaux, ils ont un bois en « hippocampe » (fig. 13), dont la partie principale est très développée et contient de nombreux vaisseaux; la section de cette partie principale affecte sensi-

blement une forme de triangle rectangle, dont l'angle droit et la plus grande base sont tournés vers l'intérieur. L'extrémité inférieure est presque nulle, et l'extrémité supérieure est, au contraire, très allongée et sensiblement parallèle au contour intérieur de la région principale, à laquelle elle est reliée par une ligne de petits vaisseaux; elle va en s'élargissant ensuite de plus en plus, à partir de son origine. Russow signale dans cette espèce une « Stützscheide » autour des faisceaux pétioinaires (1). Autour des petits faisceaux, j'ai vu, en effet, une ou deux rangées de cellules sclérifiées, à parois très épaissies. Autour des gros, j'ai vu aussi par endroits de semblables éléments, mais jamais ces derniers n'étaient réunis en une zone continue.

Les quatre *Blechnum* qui précèdent possèdent donc tous le même plan de structure dans leurs racines. Mais, dans leurs pétioles, on trouve de grandes différences dans la forme du bois des deux faisceaux principaux.

Hooker et Baker ont donc eu raison de placer les *B. Lanceola*, *occidentale* et *brasiliense* dans trois groupes différents de leur section *Eublechnum*, selon qu'ils ont des frondes entières, pennées ou pennatifides. Mais je ne saurais approuver ces auteurs d'avoir placé le *B. Spicant* dans un genre et dans une tribu à part, car, au point de vue anatomique, il ne diffère pas plus de ces trois *Blechnum* que ceux-ci ne diffèrent entre eux; et, au point de vue de l'organisation des sores, il ne présente avec eux que des différences très faibles.

Ainsi, le genre *Blechnum* s'éloigne au point de vue anatomique, d'un côté, du genre *Athyrium*; de l'autre, des genres *Asplenium*, *Ceterach* et *Scolopendrium*, par l'organisation de sa racine comme par celle de son pétiole. Diels a donc eu raison de le séparer de ces quatre derniers genres. Milde l'avait déjà éloigné des genres *Asplenium*, *Ceterach*, *Scolopendrium*, mais il l'avait laissé dans le même groupe que le genre *Athyrium*.

Les espèces d'*Asplénies* que j'ai examinées se répartissent donc, d'après leur structure, dans trois groupes principaux, comprenant, d'un côté, les genres *Asplenium*, *Ceterach*, *Scolopendrium*; de l'autre, le genre *Athyrium*; et enfin le genre *Blechnum*.

(1) Russow, *loc. cit.*

TRIBU DES ASPIDIÉES

Après cela, je vais examiner un certain nombre d'espèces d'*Aspidiées* appartenant à la sous-tribu des *Aspidinées*, caractérisée par la présence d'un indusium et par des nervures plusieurs fois dichotomes; tandis que, dans la sous-tribu des *Diptéridinées*, il n'y a jamais d'indusium, et les nervures ne se dichotomisent qu'une fois. Ces espèces d'*Aspidinées*, au nombre de douze, sont les suivantes :

- 1° *Aspidium coadunatum* Wall.
- 2° — *umbrosum* Sw.
- 3° — *Forsteri* Kze et Mett. (= *Aspidium latifolium* J. Sm.).
- 4° *Nephrodium molle* Desv.
- 5° — *macrophyllum* Bak.
- 6° *Aspidium angulare* Wild. (= *Polystichum angulare* Babington).
- 7° *Aspidium Filix-Mas* Sw. (= *Nephrodium Filix-Mas* Rich. ; = *Polystichum Filix-Mas* Roth).
- 8° *Aspidium spinulosum* Sw. (= *Nephrodium spinulosum* Strempel ; = *Polystichum spinulosum* D. C.).
- 9° *Aspidium cristatum* Sw. (= *Nephrodium cristatum* Mich. ; = *Polystichum cristatum* Roth).
- 10° *Aspidium æmulum* Sw. (= *Nephrodium æmulum* Bak. ; = *Polystichum æmulum* Corbière).
- 11° *Aspidium rigidum* Sw. (= *Nephrodium rigidum* Desv. ; = *Polystichum rigidum* D. C.).
- 12° *Nephrodium Thelypteris* Strempel (= *Aspidium Thelypteris* Sw. ; = *Polystichum Thelypteris* Roth).

Les sept dernières de ces espèces seulement croissent en France.

La plupart des *Aspidinées* en question ont été placées, suivant les auteurs, soit dans le genre *Polystichum*, soit dans le genre *Aspidium*, soit dans le genre *Nephrodium*. Diels admet ces trois genres. Il caractérise les deux premiers par leur indusium en forme de bouclier, et il les distingue l'un de l'autre en ce que, chez les *Polystichum*, le bord du limbe est souvent denté et le pétiole a une texture ferme, tandis que, chez les *Aspidium*, le pétiole a une texture herbacée. Il distingue enfin le genre *Nephrodium* à cause de son indusium réniforme et de son pétiole ramifié une ou plusieurs fois. Hooker et Baker n'admettent que les genres *Aspidium* et *Nephrodium*, et ils les distinguent l'un de l'autre en ce que, chez les *Aspidium*, l'indusium est orbiculaire et fixé par son centre, tandis que, chez les

Nephrodium, il est réniforme et fixé par son sinus. Ils font du genre *Polystichum* une section du genre *Aspidium*. Certains auteurs, tels que Milde et Luerssen, n'admettent même que le genre *Aspidium*, parmi les trois en question.

Hooker et Baker placent l'*Aspidium angulare* dans la section *Polystichum* de leur genre *Aspidium*, et ils mettent, parmi les *Nephrodium* : 1° dans la section *Lastrea* Presl, caractérisée par des nervures toutes libres : d'abord, dans un même groupe, les *N. Thelypteris* et *Filix-Mas*, à cause de leurs nervures dichotomes ; dans un autre groupe, d'un côté, les *N. rigidum* et *spinulosum*, à cause de leurs frondes oblongues-lancéolées ou oblongues-deltoides ; de l'autre, le *N. æmulum*, à cause de ses frondes subdeltoides ; dans un troisième groupe, le *N. cristatum*, à cause de ses pennes découpées presque jusqu'au rachis, suivant des lobes dentés ; 2° ensuite, dans la section *Eunephrodium*, le *N. molle*, à cause des petites nervures inférieures de chacun de ses lobes, qui s'unissent à celles qui leur sont contiguës dans les lobes voisins ; 3° enfin, dans la section *Sagenia* Presl, le *N. macrophyllum*, à cause de ses nervures anastomosées entre elles, de façon à former des mailles très nombreuses, comprenant à leur intérieur d'autres nervures, qui sont libres. Cela peut se résumer dans le tableau suivant :

	1°		<i>Aspidium angulare</i> .
		{	<i>Nephrodium Thelypteris</i> .
		{	<i>N. Filix-Mas</i> .
2°			<i>N. cristatum</i> .
		{	<i>N. rigidum</i> .
		{	<i>N. spinulosum</i> .
			<i>N. æmulum</i> .
	3°		<i>N. molle</i> .
	4°		<i>N. macrophyllum</i> .

Diels classe ces espèces d'une façon que l'on peut exposer brièvement ainsi qu'il suit :

1° *Aspidium macrophyllum*.

2° *Polystichum angulare*.

3° <i>Nephrodium</i> .	{	<i>Furcatoveniæ</i> (Nervures latérales fourchues).	{	<i>N. Thelypteris</i> .
			{	<i>N. Filix-Mas</i> .
	{	<i>Spinulosæ</i> (Pétiole penné trois ou quatre fois).	{	<i>N. spinulosum</i> .
			{	<i>N. cristatum</i> .
			{	<i>N. rigidum</i> .
				<i>N. æmulum</i> .
	{	<i>Dissectæ</i> (Pétiole ramifié au moins deux fois).	{	<i>N. parasiticum</i> Bak. (= <i>N. molle</i>).

Aucun des auteurs précédents ne signale les *Aspidium umbrosum*, *coadunatum* et *Forsteri*.

Au point de vue anatomique, les *Aspidinées* que j'ai examinées se répartissent en deux catégories principales. La première est représentée par les *Aspidium angulare*, *coadunatum*, *Forsteri*, ainsi que par les *Nephrodium Filix-Mas*, *spinulosum*, *cristatum*, *macrophyllum*, *æmulum*, *rigidum*, dont j'ai examiné la racine et le pétiole; toutefois, pour le *N. rigidum*, je n'ai pu me procurer qu'un fragment de pétiole desséché.

Dans toutes ces espèces, la racine possède, autour de son endoderme, une gaine scléreuse, dont les cellules ont leurs parois toutes également épaissies, comme l'ont remarqué M. Van Tieghem chez le *Nephrodium Filix-Mas* (1), et Rumpf chez le *Nephrodium spinulosum* (2). Cette gaine peut être plus ou moins épaisse; elle comprend généralement cinq ou six assises de cellules, mais ce nombre peut s'élever jusqu'à neuf ou dix, comme, par exemple, chez l'*Aspidium angulare*. Cette structure est donc analogue à celle que l'on rencontre chez les *Blechnum*.

Quant au pétiole, il possède deux gros faisceaux ovales, situés du côté supérieur, et que Thomæ (3) nomme pour cela « Obersträge »; il en possède aussi un certain nombre d'autres, plus petits, qui sont arrondis et situés du côté inférieur, suivant un arc parallèle à la surface du pétiole (« Unterträge »). Thomæ considère ce mode d'organisation comme caractéristique des *Aspidiées*, et le nomme « Aspidientypus ». Tous ces faisceaux sont entourés par une assise de cellules sclérifiées uniquement suivant leur paroi interne (fig. 14). Les plus petits d'entre eux possèdent une partie vasculaire qui est sensiblement en forme d'arc, à convexité tournée vers la surface du pétiole, comme chez les *Blechnum*; leur nombre est variable, suivant les espèces auxquelles on a affaire. Quant aux deux plus gros, ils ont un bois en forme de triangle; ce triangle émet, à partir de sa pointe supérieure, un prolongement tourné du

(1) Van Tieghem, *loc. cit.*

(2) Rumpf, *Rhizodermis, Hypodermis und Endodermis der Farnwurzel* (Bibliotheca Botanica, Heft 62, Bd XI, V).

(3) Thomæ, *loc. cit.*

côté interne (1). Cette forme a été comparée à celle d'une corne d'abondance (« füllhornartige Gestalt ») par Russow (2), et à celle d'une « cornue à col mince et court » par M. Colomb (3).

Chez les *Nephrodium Filix-Mas*, *spinulosum*, *cristatum*, *rigidum*, *æmulum*, et chez l'*Aspidium angulare*, le prolongement qui part de la pointe supérieure du triangle possède des vaisseaux plus petits que ceux du triangle, et semblables à ceux qui existent dans la région d'où il est issu. En outre, il est court,

mais assez épais (fig. 14).

Chez le *Nephrodium*

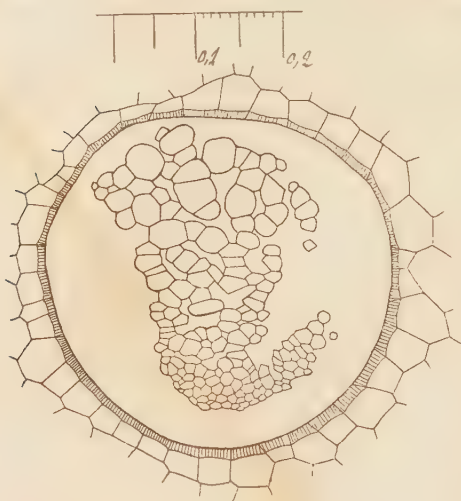


Fig. 14. — Un des deux faisceaux pétioles principaux de l'*Aspidium cristatum* (coupe transversale).

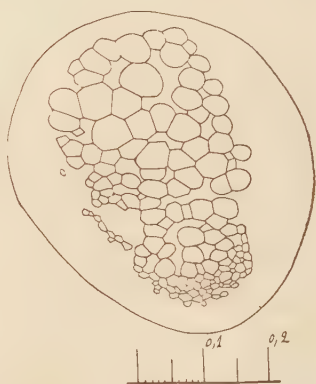


Fig. 15. — Un des deux faisceaux pétioles principaux du *Nephrodium macrophyllum* (coupe transversale).

macrophyllum (fig. 15), il est encore peu allongé et réduit à une ligne de très petits vaisseaux, à parois extrêmement minces ; de plus, il longe le côté interne du triangle, au lieu de s'en écarter, comme dans les espèces précédentes. Enfin, la partie triangulaire est plus importante que chez les *Aspidinées* dont j'ai parlé précédemment, et elle est aussi plus élargie au sommet ; toutefois, sa forme générale rappelle encore celle d'un triangle.

(1) Thomæ, *loc. cit.*

(2) Russow, *loc. cit.*

(3) Colomb, *loc. cit.*

Chez l'*Aspidium Forsteri* (fig. 16), elle est beaucoup plus réduite que chez les autres *Aspidinées*; son prolongement est constitué par une ligne de très petits vaisseaux, comme chez le *Nephrodium macrophyllum*, et il longe encore le côté interne du triangle.

Chez l'*Aspidium coadunatum* (fig. 17 et 18), on n'a plus la forme d'un triangle, mais plutôt celle d'un rectangle assez allongé et moins large à sa partie inférieure qu'à sa partie supérieure, où il possède un renflement du côté externe. Grâce à ce renflement, et au prolongement situé du côté interne, le cordon ligneux semble coiffé d'un casque à sa partie supérieure.

Déjà, chez le *Nephrodium macrophyllum*, le sommet du triangle était plus large que chez les autres espèces que j'ai examinées. Si l'on suppose qu'il s'élargisse

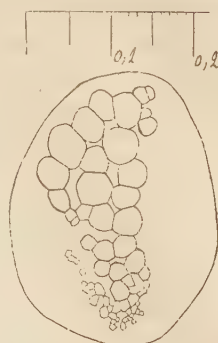


Fig. 16. -- Un des deux faisceaux pétioles principaux de l'*Aspidium Forsteri* (coupe transversale).



Fig. 17. -- Un des deux faisceaux pétioles principaux de l'*Aspidium coadunatum* (coupe transversale).

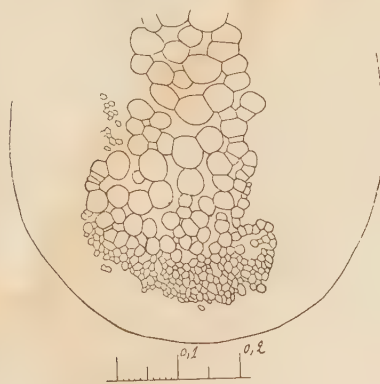


Fig. 18. -- Partie supérieure d'un des deux faisceaux pétioles principaux de l'*Aspidium coadunatum* (coupe transversale).

encore, on arrive à avoir une forme rectangulaire, comme dans l'espèce en question.

Le prolongement interne, chez l'*Aspidium coadunatum*, s'insère à une certaine distance du sommet de la partie ligneuse; il est constitué par une masse courte de très petits vaisseaux,

terminée en pointe : ces vaisseaux sont semblables à ceux que l'on trouve chez le *Nephrodium macrophyllum* et chez l'*Aspidium Forsteri* ; en outre, le prolongement ainsi décrit s'écarte davantage du reste du bois qu'il ne le fait chez ces deux dernières espèces.

Ainsi, chez toutes ces *Aspidinées*, on trouve une structure analogue dans la racine, et, dans le pétiole, on trouve un même plan d'organisation, caractérisé par ce fait que le bois des deux faisceaux principaux y est toujours constitué par une masse fondamentale, émettant à sa partie supérieure un prolongement tourné du côté interne. Cela rappelle assez le *Blechnum brasiliense*, mais le prolongement est beaucoup plus développé chez cette dernière espèce. D'ailleurs, M. Parmentier signale chez l'*Aspidium remotum* Al. Braun, à la partie supérieure du bois, dans les deux faisceaux pétiolaires principaux, un appendice très réduit, qui, s'il était bien développé, donnerait à l'ensemble une forme d'« hippocampe ». Comme je l'ai dit précédemment, il existe quelque chose d'analogue chez le *Blechnum brasiliense*. Chez l'*Aspidium Forsteri*, il existe encore, à la même place, deux ou trois petits vaisseaux, qui semblent avoir la même signification. Si l'on se rappelle en outre que la racine des *Blechnum* et celle des *Aspidinées* en question ont une structure analogue, on peut dire que ces deux groupes de Fougères ont des affinités entre eux, quoiqu'on puisse les distinguer aisément à l'aide de l'examen anatomique de leur pétiole.

En tenant compte des faits qui précèdent, on peut classer cette première série d'*Aspidinées* de la façon suivante :

- | | | | |
|----|---|------------------------------|--|
| | (| <i>Aspidium angulare.</i> | |
| | | <i>Nephrodium Filix-Mas.</i> | |
| 1° | { | <i>N. spinulosum.</i> | |
| | | <i>N. cristatum.</i> | |
| | | <i>N. æmulum.</i> | |
| | | <i>N. rigidum.</i> | |
| 2° | | <i>N. macrophyllum.</i> | |
| 3° | | <i>Aspidium Forsteri.</i> | |
| 4° | | <i>Aspidium coadunatum.</i> | |

Quant à la deuxième série, qui comprend les *Nephrodium Thelypteris*, *molle*, et l'*Aspidium umbrosum*, elle se distingue de

la précédente en ce que la racine y est dépourvue de gaine scléreuse, et en ce que le pétiole n'y contient que deux faisceaux, dont le bois est en forme d'« hippocampe ».

Considérons d'abord le *N. Thelypteris*. Sa racine, comme le fait observer M. Van Tieghem (1), possède dans son écorce de larges cellules, et les deux faisceaux ligneux y sont réduits à quelques petits vaisseaux, ordonnés suivant un arc, qui est situé au dos d'un autre vaisseau, beaucoup plus gros que les premiers. Ces deux gros vaisseaux ne se touchent jamais au centre, où ils sont séparés l'un de l'autre par quelques cellules de parenchyme rappelant un tissu médullaire (fig. 19). J'ai toujours constaté aussi cette particularité. De plus, l'écorce est

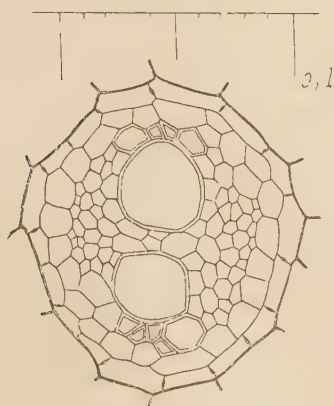


Fig. 19. — Cylindre central de la racine du *Nephrodium Thelypteris* (coupe transversale).

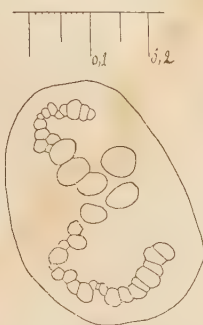


Fig. 20. — Un des deux faisceaux pétioles du *Nephrodium Thelypteris* (coupe transversale).

limitée extérieurement, en dessous de l'épibème, par une ou deux assises de cellules plus petites que les autres, et à parois plus épaissies. Quant au bois des faisceaux pétioles (fig. 20), il est assez court et ne comprend qu'une épaisseur de vaisseaux ; dans sa région médiane, toutefois, il s'adjoint du côté interne quelques gros vaisseaux peu nombreux. C'est, comme toujours, l'extrémité supérieure qui est la plus développée. Cette organisation est donc très simple. Ces faisceaux sont généralement entourés par une assise de cellules à parois internes sclérifiées,

(1) Van Tieghem, *loc. cit.*

et constituant une « Stützscheide », comme dans la série précédente.

Cette assise manque absolument chez le *Nephrodium molle* et chez l'*Aspidium umbrosum*. Dans la racine du *N. molle*, on trouve d'abord, après l'épibème, deux ou trois assises de cellules à parois minces, puis deux ou trois autres assises, et quelquefois davantage, dans lesquelles les membranes sont bien plus épaissies que celles du reste de l'écorce, mais non sclérifiées ; en un mot, on a une zone d'épaississements intracorticale (fig. 21). Quant aux faisceaux du pétiole, leur bois est plus allongé et plus épais que chez le *N. Thelypteris* ; (fig. 22) la région centrale de ce bois est aussi très allongée. Son extré-

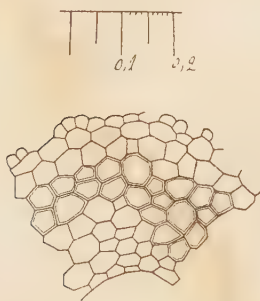


Fig. 21. — Écorce de la racine du *Nephrodium molle* (coupe transversale).

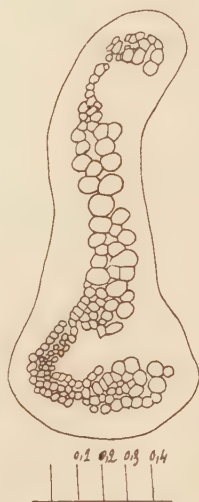


Fig. 22. — Un des deux faisceaux pétioles du *Nephrodium molle* (coupe transversale).

mité inférieure, massive et très courte, se relie à la région centrale par une ligne de petits vaisseaux ; quant à son extrémité supérieure, elle est presque rectiligne, et, comme toujours, plus importante que l'autre extrémité ; de plus, elle se renfle vers le bout.

Enfin, chez l'*Aspidium umbrosum*, l'écorce de la racine possède encore une zone d'épaississements, mais cette zone, au lieu d'être intracorticale, est située directement au-dessous de l'épibème. Elle comprend trois ou quatre assises de cellules, en dedans desquelles on ne rencontre que des éléments à parois minces. Les deux amas ligneux du pétiole sont encore

très allongés (fig. 23) ; leur partie centrale est plus renflée que dans l'espèce précédente, et leur extrémité inférieure est beaucoup plus développée. Cette extrémité se relie directement à la partie centrale, sans l'intermédiaire d'une ligne de petits vaisseaux. L'extrémité supérieure, qui est encore la plus importante, est plus allongée que chez le *N. molle*, et est très recourbée vers l'intérieur ; de plus, elle se termine par un renflement.

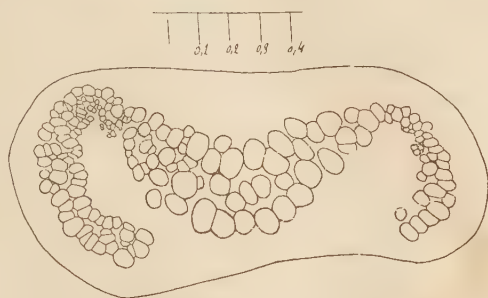


Fig. 23. — Un des deux faisceaux pétioinaires de l'*Aspidium umbrosum* (coupe transversale).

Ainsi, les espèces d'*Aspidinées* que je viens de passer en revue se groupent en deux sections principales, au point de vue anatomique ; l'une de ces sections comprend toutes les espèces françaises en question, sauf le *N. Thelypteris*, et, en outre, le *N. macrophyllum* et les *A. Forsteri* et *coadunatum* ; l'autre comprend les *N. Thelypteris* et *molle*, et l'*A. umbrosum*.

MM. Colomb et Parmentier ont fait remarquer avec raison que, par la forme du bois de leurs faisceaux pétioinaires, les *N. Thelypteris* et *Oreopteris* se distinguent des autres *Aspidinées* françaises, (1), et ils ont proposé de placer ces deux espèces dans un genre à part, le genre *Hemestheum*, comme l'avait déjà fait Newmann, à cause de leurs caractères morphologiques. Mais, ils n'ont pas recherché s'il existait des différences de structure entre les racines du *Nephrodium Thelypteris* et celles des *Aspidium Filix-Mas*, *spinulosum*, etc. ; on a vu précédemment, dans mon exposé, qu'il en existe de profondes. Leurs conclusions sont donc incomplètes, d'autant plus qu'ils considèrent les *N. Thelypteris* et *Oreopteris* comme des exceptions parmi les *Aspidiées*, au point de vue anatomique ; tandis que, comme je l'ai montré, il existe parmi les *Aspidiées*

(1) Colomb, Parmentier, *loc. cit.*

exotiques des espèces qui ont une structure analogue, telles que le *N. molle* et l'*A. umbrosum*. Il est donc inutile de chercher pour ce groupe d'espèces un terme générique spécial, puisqu'il leur en a déjà été attribué d'autres, plus anciens que le terme *Hemestheum*, tels que celui de *Nephrodium*, par exemple.

On peut résumer les considérations précédentes dans les trois tableaux suivants qui indiquent : l'un, la classification à laquelle conduisent les données de l'anatomie ; l'autre, celle de Hooker et Baker ; le dernier enfin, celle de Diels.

Classification anatomique.	Classification de Hooker et Baker.	Classification de Diels.
$1^{\circ} \left\{ \begin{array}{l} A. \textit{angulare.} \\ A. \textit{Filix-Mas.} \\ A. \textit{spinulosum.} \\ A. \textit{cristatum.} \\ A. \textit{æmulum.} \\ A. \textit{rigidum.} \\ A. \textit{macrophyllum.} \\ A. \textit{Forsteri.} \\ A. \textit{coadunatum.} \\ N. \textit{Thelypteris.} \\ N. \textit{molle.} \end{array} \right.$	$1^{\circ} \left\{ \begin{array}{l} A. \textit{angulare.} \\ N. \textit{Thelypteris.} \\ N. \textit{Filix-Mas.} \end{array} \right.$ $2^{\circ} \left\{ \begin{array}{l} N. \textit{cristatum.} \\ N. \textit{rigidum.} \\ N. \textit{spinulosum.} \\ N. \textit{æmulum.} \end{array} \right.$ $3^{\circ} \left\{ \begin{array}{l} N. \textit{molle.} \end{array} \right.$ $4^{\circ} \left\{ \begin{array}{l} N. \textit{macrophyllum.} \end{array} \right.$	$1^{\circ} \left\{ \begin{array}{l} A. \textit{macrophyllum.} \end{array} \right.$ $2^{\circ} \left\{ \begin{array}{l} Polystichum \textit{angulare.} \\ N. \textit{Thelypteris.} \\ N. \textit{Filix-Mas.} \\ N. \textit{spinulosum.} \\ N. \textit{cristatum.} \\ N. \textit{rigidum.} \\ N. \textit{æmulum.} \\ N. \textit{molle.} \end{array} \right.$
$2^{\circ} \left\{ \begin{array}{l} N. \textit{umbrosum} (=Aspidium \textit{umbrosum} Sw.). \end{array} \right.$		$3^{\circ} \left\{ \begin{array}{l} Nephrodium. \end{array} \right.$

Hooker et Baker, ainsi que Diels, attribuent donc au *N. molle* une place à part, mais ils rangent le *N. Thelypteris* à côté du *N. Filix-Mas*. Il convient de séparer ces deux dernières espèces, et de placer le *N. Thelypteris* à côté du *N. molle*.

Quant aux *N. Filix-Mas*, *spinulosum*, *cristatum*, *æmulum*, *rigidum*, on doit les grouper ensemble et placer à côté d'eux l'*A. angulare*, que Hooker et Baker mettent dans le genre *Aspidium*, et Diels, dans le genre *Polystichum*, ainsi que le *N. macrophyllum*, placé par Diels dans le genre *Aspidium* et par Hooker et Baker dans la section *Sagenia* du genre *Nephrodium*.

D'après ce qui précède, on peut donner aux espèces de la première série que j'ai établie le nom générique d'*Aspidium*, et aux autres, celui de *Nephrodium*, pour prévenir toute équivoque.

Genre *Phegopteris*.

Avant d'étudier un autre groupe de Fougères, je vais passer en revue quelques espèces du genre *Phegopteris*, car beaucoup d'auteurs placent ce genre parmi les *Aspidiées*. C'est ainsi que le *Phegopteris calcarea* Fée, par exemple, a porté les noms suivants : *Lastrea calcarea* Bory, *Lastrea Robertiana* Newm., *Nephrodium Robertianum* Prantl; que le *Ph. Dryopteris* Fée a été appelé : *Lastrea Dryopteris* Bory, *Nephrodium Dryopteris* Mich., *Polystichum Dryopteris* Roth; et le *Ph. polypodioides* Fée : *Nephrodium Phegopteris* Prantl, *Lastrea Phegopteris* Bory, *Polystichum Phegopteris* Roth.

Diels confond les genres *Nephrodium* et *Phegopteris*; ainsi, il substitue aux termes de *Ph. polypodioides* et *Dryopteris*, ceux de *Nephrodium Phegopteris* Prantl et *N. Dryopteris* Mich.; et il place ces deux espèces dans la section *Lastrea* de son genre *Nephrodium* parce qu'elles possèdent des nervures libres.

Hooker et Baker n'admettent pas non plus le genre *Phegopteris*, mais c'est avec le genre *Polypodium* qu'ils le confondent, parce que les sores y sont dépourvus d'indusium, comme chez les vrais Polypodes. Ces auteurs placent les *Ph. polypodioides* et *Dryopteris* dans la section *Euphegopteris* de leur genre *Polypodium*, à cause de leurs nervures libres; et ils les mettent dans deux groupes différents, suivant que les pennes y sont découpées en lobes indivis ou que ces lobes sont eux-mêmes lobulés.

Les *Phegopteris* se distinguent des *Polypodium* en ce que leurs nervures ne sont pas terminées en massues et atteignent toutes le bord du limbe.

Au point de vue anatomique, ils s'en distinguent profondément, comme on pourra en juger ultérieurement.

Si l'on considère le *Ph. calcarea*, par exemple, on constate que sa racine est dépourvue de gaine scléreuse, mais que les deux ou trois assises de cellules qui sont situées au-dessous de l'épibème ont leurs parois plus épaissies que celles du reste de l'écorce. La racine est ainsi entourée par une zone d'épaississements. Mais les cellules situées directement au-dessous de

l'épiblème sont surtout épaissies suivant leurs parois internes; suivant leurs parois radiales, elles le sont de moins en moins, quand on va de l'intérieur vers l'extérieur; et suivant leurs parois externes, elles ne le sont pas du tout. Tandis que, chez le *Nephrodium Thelypteris* et chez l'*Aspidium umbrosum*, par exemple, les parois de l'assise sous-épiblémique sont toutes également épaissies. On a ainsi, en coupe transversale, des épaississements en U, dont la convexité est tournée vers l'intérieur. La racine du *Ph. calcarea* est donc limitée, en dessous de l'épiblème, par une ligne circulaire bien plus mince que les deux ou trois qui viennent ensuite.

Je n'ai pu examiner la racine des *Ph. Dryopteris* et *polypodioides*.

Chez le *Ph. calcarea*, autour des faisceaux du pétiole, Thomæ signale une gaine protectrice (1) (« Stützscheide »); cette gaine se compose d'une assise de cellules sclérifiées uniquement suivant leurs parois internes, comme chez les espèces appartenant à la première série d'*Aspidinées* que j'ai établie plus haut. En outre, la forme du bois de ces deux faisceaux rappelle celle que l'on trouve chez le *Blechnum occidentale*, mais l'extrémité inférieure de ce bois est très nette, quoique rudimentaire (fig. 24); tandis qu'elle est nulle chez le *Blechnum occidentale*. Cette extrémité est constituée par quelques petits vaisseaux et se dégage nettement de la partie principale de l'« hippocampe », mais elle est très réduite et trop courte pour pouvoir se recourber vers l'intérieur, comme le fait l'extrémité supérieure.

Celle-ci est constituée par une ligne de vaisseaux plus gros que ceux de l'extrémité inférieure, mais plus petits que ceux de la région principale. On a donc bien là une forme d'« hippocampe » à extrémité inférieure très réduite. On a d'ailleurs pu constater jusqu'ici que cette extrémité est toujours la moins développée; c'est pourquoi, quand il y a réduction ou sup-

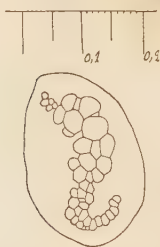


Fig. 24. — Faisceau pétioleux du *Phegopteris calcarea* (coupe transversale).

(1) Thomæ, loc. cit.

pression d'une des extrémités, c'est elle qui est affectée.

J'ai rencontré la même structure dans un fragment de pétiole desséché du *Ph. Dryopteris*. D'ailleurs, les *Ph. calcarea* et *Dryopteris* sont confondus en une seule espèce par beaucoup d'auteurs, qui, à l'exemple de Gray, considèrent le *Ph. calcarea* comme une variété du *Ph. Dryopteris*. C'est ainsi que M. Parmentier en fait une race calcicole de cette dernière espèce. Ces deux plantes ne présentent en effet entre elles, au point de vue morphologique, que de faibles différences, qui tiennent principalement à la présence de glandes sur le pétiole et le limbe du *Ph. calcarea*, contrairement à ce qui a lieu chez le *Ph. Dryopteris*.

J'ai examiné également un fragment de pétiole du *Ph. polypodioides*, pris sur un échantillon d'herbier. Je n'y ai pas vu de gaine protectrice autour des faisceaux. Ceux-ci ont un bois en forme d'« hippocampe » allongé, à extrémité inférieure bien développée. La partie centrale de cet « hippocampe » ne comprend qu'une seule épaisseur de vaisseaux; ces vaisseaux sont bien plus gros que ceux des extrémités; c'est vers le milieu de la région centrale qu'ils sont le plus larges. Les extrémités comprennent, par endroits, deux épaisseurs de vaisseaux, et sont assez courtes (fig. 25). Cette forme est donc différente de celle que l'on trouve chez les *Ph. calcarea* et *Dryopteris*. D'ailleurs, Diels, ainsi que Hooker et Baker, placent les *Ph. Dryopteris* et *polypodioides* dans deux groupes distincts.

Comme on le verra plus loin, les *Phegopteris* diffèrent essentiellement des *Polypodium* par leur structure, et il convient de les en séparer, contrairement à ce qu'ont fait Hooker et Baker.

Par la constitution de leur racine, et par celle de leur pétiole, ils se rapprochent des *Aspidinées* de la seconde série. D'ailleurs, Milde et Luerssen les ont placés à côté de leur genre *Aspidium*. Dans la classification de Diels, ils font partie du genre *Nephrodium*; et Christensen les place dans son genre *Dryopteris*,

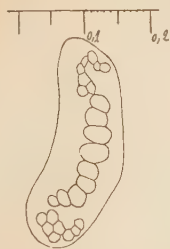


Fig. 25. — Un des faisceaux pétiolaires du *Phegopteris polypodioides* (coupe transversale).

avec les *Nephrodium*. Mais, comme je l'ai montré plus haut, il est nécessaire de faire une coupure dans le genre *Nephrodium*, dont une partie des espèces s'éloignent par conséquent des *Phegopteris*. Toutefois, si l'on prend le terme *Nephrodium* dans le sens restreint que je lui ai donné, on peut dire que les *Phegopteris* se rapprochent du genre *Nephrodium*, au point de vue anatomique. C'est donc à côté de ce dernier genre qu'il convient de les placer, en raison de leur structure, c'est-à-dire dans la deuxième série d'*Aspidinées* que j'ai établie précédemment.

TRIBU DES POLYPODIÉES

Je me propose maintenant d'examiner quelques espèces appartenant à la tribu des *Polypodiées*, caractérisée par ce que les sores y sont dépourvus d'indusium et par ce que le pétiole y est articulé avec le rhizome. Ces espèces, au nombre de quatre, appartiennent toutes au genre *Polypodium* L. qui fait partie de la sous-tribu des *Polypodinées*, à cause de ses sores arrondis et développés sur des nervures particulières, tandis que les sores sont linéaires dans la sous-tribu des *Tænitidinées*. Ces quatre *Polypodium* sont les *P. vulgare* L., *aureum* L., *Phyllitidis* L. et *irioides* Lam.

Le premier, qui est le seul Polypode français, est placé par Hooker et Baker dans leur section *Eupolypodium*, à cause de ses nervures libres ; le *P. aureum* est rangé dans leur section *Phlebodium*, car ses sores sont situés dans les aréoles formées par les nervures, généralement à raison d'un seul par aréole ; chaque sore est situé à la réunion des extrémités de deux nervures qui ne s'anastomosent pas avec les autres ; le *P. Phyllitidis* fait partie de la section *Campyloneuron*, parce que les mailles y sont constituées grâce à des nervures transversales non ramifiées, qui unissent les nervures primaires, issues de la nervure principale ; ces mailles contiennent généralement deux sores situés sur le trajet de deux petites nervures libres ; enfin, le *P. irioides* est mis dans la section *Phymatodes*, à cause de ses nervures primaires et secondaires qui sont nettement distinctes, comme chez le *P. Phyllitidis*, et qui émettent des ramifications constituant de nombreuses

petites aréoles ; ces aréoles contiennent des sores, également nombreux et très petits.

Au point de vue anatomique, ces quatre Polypodes présentent entre eux de grandes analogies.

Comme l'a constaté M. Van Tieghem chez les *P. vulgare* et *irioides* (1), les éléments corticaux de leur racine, vus en coupe transversale, sont ordonnés assez régulièrement, à partir de la deuxième assise au-dessous de l'épibème, à la fois suivant le rayon et suivant des cercles concentriques (fig. 26). De plus, dans ces racines, le cylindre central est entouré par une gaine scléreuse, dont les éléments ont leurs parois toutes également épaissies, mais qui présente un aspect très particulier : la lumière de chacune des cellules qui la constituent est, en effet, extrêmement étroite et très allongée tangentielle-ment, comme les cellules elles-mêmes, d'ailleurs. Cela concorde évidemment avec le fait que les éléments corticaux sont ordonnés dans le sens radial et dans le sens tangentiel. On ne rencontre cet aspect dans aucun autre groupe de Fougères, et l'on peut dire qu'il est caractéristique du genre *Polypodium*.

Quant au pétiole, il possède deux faisceaux principaux situés du côté supérieur (« Oberstränge »), et un plus ou moins grand nombre d'autres, moins gros et situés du côté inférieur (« Unterstränge »), comme chez les *Blechnum* et les *Aspidinées* de la première série. Comme chez ces dernières, tous les faisceaux sont entourés par une assise de cellules sclérifiées uniquement suivant leur paroi interne (« Stützscheide »). Le bois des deux principaux de ces faisceaux affecte sensiblement la forme d'un triangle rectangle dont l'angle droit serait tourné vers l'intérieur

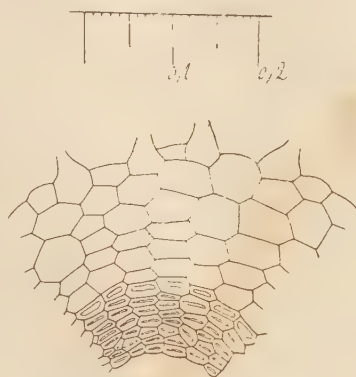


Fig. 26. — Écorce de la racine du *Polypodium vulgare* (coupe transversale).

(1) Van Tieghem, *loc. cit.*

du pétiole, et la plus longue pointe, dirigée du côté supérieur et recourbée vers l'extérieur.

Chez le *P. vulgare*, j'ai trouvé un seul petit faisceau ; toutefois, M. Parmentier en a rencontré deux dans les échantillons qu'il a examinés (1). Le bois des deux gros faisceaux est assez court,

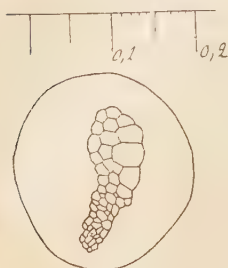


Fig. 27. — Un des deux faisceaux pétiolaires principaux du *Polypodium vulgare* (coupe transversale).

et arrondi à sa base (fig. 27) ; c'est au sommet supérieur que ses éléments sont le plus petits ; il en est d'ailleurs de même chez les autres Polypodes. Ce bois rappelle assez bien, dans son ensemble, une cornue, dont le col, plus long que chez les *Aspidinées* de la première série, serait tourné vers l'extérieur, au lieu de l'être vers l'intérieur.

Après la réunion des deux gros faisceaux, leurs parties ligneuses prennent contact par leurs extrémités inférieures, c'est-à-dire, en quelque sorte, par le plus petit côté de l'angle droit, et le nouvel ensemble de vaisseaux obtenu affecte sensiblement la forme d'un T, dont la partie verticale serait très réduite par rapport à la partie horizontale.

M. Colomb, qui considère les *Phegopteris calcarea*, *Dryopteris* et *polypodioides* comme faisant partie du genre *Polypodium*, dit que le *P. vulgare* occupe une place à part parmi les autres espèces françaises du même genre, à cause de la forme du bois de ses deux plus gros faisceaux, qui n'est pas celle d'un « hippocampe » ; et il le rapproche des *Aspidiées* françaises, autres que les *N. Thelypteris* et *Oreopteris*, principalement parce qu'il a plus de deux faisceaux dans son pétiole (2). Mais la forme du bois dans les deux principaux de ses faisceaux pétiolaires l'éloigne complètement des *Aspidiées* ; et, en outre, la racine de ces dernières ne saurait être confondue avec celle des *Polypodium*.

Chez le *P. aureum*, le pétiole possède de nombreux petits faisceaux ; à sa base, j'en ai généralement compté plus de onze. Le bois de ses deux gros faisceaux est plus important que chez

(1) Parmentier, *loc. cit.*

(2) Colomb, *loc. cit.*

le *P. vulgare*, et la base de ce bois est presque plane, au lieu d'être arrondie, comme dans cette dernière espèce (fig. 28).

Après la réunion de ces deux gros faisceaux, leurs parties ligneuses prennent contact un peu avant leurs extrémités inférieures, et l'on obtient ainsi un amas vasculaire en forme d'X très large, dont les branches inférieures sont beaucoup plus courtes que les supérieures, et où les deux amas vasculaires initiaux semblent reliés par une plaque transversale (« Querband »). Au point de vue morphologique, c'est le *P. aureum* qui, parmi

les quatre espèces que je suis en train d'étudier, se rapproche le plus du *P. vulgare*, malgré sa taille beaucoup plus grande, à cause du mode de division de ses frondes. D'ailleurs, il existe entre ces deux plantes un hybride, que Farmer a décrit sous le nom de *P. Schneideri* (= *P.*

aureum × *P. vulgare* var. *elegantissimum*), et qui possède, au point de vue anatomique, comme au point de vue morphologique, des caractères intermédiaires entre ceux de ses deux parents (1).

Dans le pétiole du *P. Phyllitidis*, il y a moins de petits faisceaux que chez le *P. aureum*, mais il y en a davantage que chez le *P. vulgare*; j'en ai compté quatre à la base. Le bois des deux gros faisceaux est étroit et moins important que chez le *P. aureum*, et l'angle droit y est aussi bien moins net (fig. 29). La réunion de ces deux parties ligneuses se fait comme chez le *P. vulgare*.

Chez le *P. irioides*, j'ai trouvé huit petits faisceaux à la base du pétiole. D'ailleurs, Thomæ en a rencontré tantôt sept, tantôt huit, suivant les échantillons auxquels il a eu affaire (2).



Fig. 28. — Un des deux faisceaux pétio-laires principaux du *Poly-podium aureum* (coupe transversale).

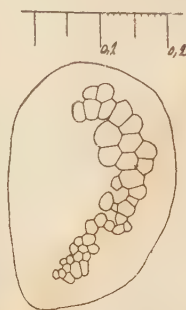


Fig. 29. — Un des deux faisceaux pétio-laires principaux du *Poly-podium Phyllitidis* (coupe transversale).

(1) Farmer, loc. cit.

(2) Thomæ, loc. cit.

Les amas ligneux des deux gros faisceaux ressemblent à ceux qui existent chez le *P. Phyllitidis* (fig. 30), et ils se réunissent comme chez ce dernier, mais la barre verticale du T



Fig. 30. — Un des deux faisceaux pétioles principaux du *Polypodium irioides* (coupe transversale).

obtenu par leur réunion est plus longue que chez le *P. Phyllitidis*. En outre, l'épiderme du pétiole n'est pas sclérifié, contrairement à ce qui a lieu chez les trois espèces précédentes (1). De plus, la gaine scléreuse située au-dessous de cet épiderme se continue dans la grosse nervure centrale de chaque feuille, au contact du limbe, de façon à contourner complètement cette nervure ; il en est de même chez le *P. aureum*, dans chaque penne, tandis que chez le *P. Phyllitidis*, la surface de la nervure

centrale n'est sclérifiée que dans ses parties libres, et non aux endroits où s'insère le limbe.

Ainsi, le genre *Polypodium* se distingue profondément du genre *Phegopteris*. Il présente une grande homogénéité de structure dans sa racine et dans son pétiole, et cette structure est bien caractéristique. Les quatre espèces que je viens d'étudier présentent toutefois, dans l'organisation de leurs pétioles, des différences qui permettent de les distinguer ; cela concorde avec la classification de Hooker et Baker, qui placent ces espèces dans quatre sections différentes du genre *Polypodium*.

TRIBU DES PTÉRIDÉES

Je vais maintenant passer en revue un certain nombre de genres, appartenant à la tribu des *Ptéridéés*, qui est caractérisée par des sores allongés, marginaux ou situés à l'extrémité des nervures, et généralement recouverts par le bord recourbé du limbe.

Genre *Pteris*.

J'examinerai d'abord trois espèces de *Pteris*. Le genre *Pteris*

(1) Thomæ, loc. cit.

fait partie de la sous-tribu des *Ptéridinées*, qui est caractérisée par ses sores situés suivant une ligne intramarginale réunissant les extrémités des nervures.

Hooker et Baker placent les trois espèces en question dans la section *Eupteris* du genre *Pteris*, à cause de leurs nervures libres et de leur indusium simple; de plus, dans leur classification, l'une de ces espèces, le *P. longifolia* L., fait partie du groupe dit « *Integrifoliæ* », à cause de ses pennes inférieures indivises; et les deux autres, qui sont les *P. cretica* L. et *serrulata* L., font partie du groupe « *Furcatae* », parce que leurs segments inférieurs ne sont pas simples, contrairement aux segments supérieurs.

Le *P. cretica*, seul, croît en France, aux environs de Nice et en Corse. Le *P. longifolia* est une Fougère européenne, que l'on rencontre notamment en Espagne, en Dalmatie et en Sicile, mais pas en France. Le *P. serrulata*, enfin, est une plante tout à fait étrangère à nos pays; il croît en Chine et au Japon.

Ces trois *Pteris* possèdent, autour du cylindre central de leur racine, une gaine scléreuse dont les éléments ont leurs parois toutes également épaissies. Cette gaine est analogue à celle que possèdent les *Blechnum* et les *Aspidinées* de la première série.

Quant au pétiole, il n'a pas la même structure chez les trois *Pteris* en question. Chez le *P. cretica*, par exemple, il possède deux faisceaux, dont le bois est en forme d'« hippocampe » (fig. 31). La région centrale de cet « hippocampe » n'est pas renflée en son milieu, et son épaisseur est à peu près constante suivant toute son étendue; sa forme est donc à peu près rectangulaire; de plus, elle comprend environ deux épaisseurs de gros vaisseaux. L'extrémité inférieure est recourbée vers l'intérieur, à son origine, presque à angle droit, mais elle ne se recourbe plus ensuite; en coupe transversale, elle est presque rectiligne, et dirigée à peu près perpendiculairement au

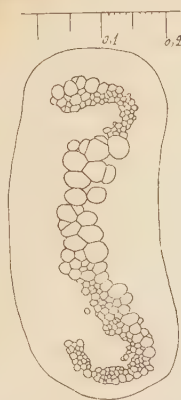


Fig. 31. — Un des faisceaux pétioliaires du *Pteris cretica* (coupe transversale).

grand axe du faisceau. Elle est reliée à la région centrale du bois par des vaisseaux très-petits, et elle se termine par un renflement qui possède des vaisseaux plus gros que les précédents, surtout du côté inférieur. L'extrémité supérieure est plus longue que l'autre extrémité, et elle est très recourbée vers l'intérieur; en outre, ses vaisseaux sont moins gros que ceux de l'extrémité inférieure.

Chez le *P. serrulata*, on a encore, dans le pétiole, deux faisceaux à bois en « hippocampe » (fig. 32), dont la région centrale est plus épaisse à sa partie inférieure qu'à sa partie supérieure :

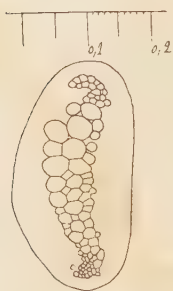


Fig. 32. — Un des faisceaux pétioles du *Pteris serrulata* (coupe transversale).

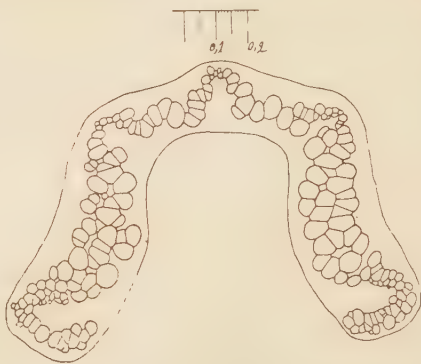


Fig. 33. — Faisceau pétiole du *Pteris longifolia* (coupe transversale).

tandis que, ordinairement, dans les faisceaux à bois en « hippocampe », c'est dans sa partie médiane que la région centrale est la plus épaisse. Les deux extrémités sont très courtes, mais néanmoins elles sont recourbées vers l'intérieur; de plus, leurs vaisseaux sont très petits.

Chez le *P. longifolia*, je n'ai vu, à la base du pétiole, qu'un seul faisceau (fig. 33); d'ailleurs, ce n'est pas là un cas isolé, parmi les *Pteris*, puisqu'on sait, d'après Thomæ, qu'il en est de même chez les *P. tremula* et *flabellata* (1). Le bois de cet unique faisceau représente l'équivalent de deux « hippocampes » analogues aux précédents, mais réunis dès l'origine. Chaque branche latérale de cette sorte de pince ainsi obtenue a une région centrale renflée en son milieu. Son extrémité supérieure ne comprend

(1) Thomæ, *loc. cit.*

qu'une ou deux épaisseurs de vaisseaux, et est à peine recourbée vers la région centrale; les vaisseaux de cette extrémité sont assez grands, mais ils le sont moins que ceux de la région centrale. Les deux branches latérales du bois sont réunies par leurs extrémités inférieures, grâce à une bande transversale (« Querband ») qui n'est pas plane; de chaque côté, cette bande se réunit aux branches latérales par quelques petits vaisseaux; elle comprend ensuite des vaisseaux beaucoup plus gros et s'incurve du côté externe, dans sa partie médiane; au centre de la courbure ainsi obtenue, les vaisseaux sont très petits. Cette bande transversale ne possède qu'une épaisseur de vaisseaux dans toute son étendue.

Ainsi, les trois *Pteris* en question ont une structure analogue dans leur racine, mais ils diffèrent entre eux par la forme du bois de leur pétiole. Le *P. longifolia* diffère, à cet égard, davantage des deux autres que ces derniers ne diffèrent entre eux, et cela concorde avec la classification de Hooker et Baker qui, comme je l'ai dit plus haut, placent les trois espèces que je viens d'étudier dans deux groupes différents de leur section *Eupteris*, savoir : dans l'un, les *P. cretica* et *serrulata*, et dans l'autre, le *P. longifolia*.

Thomæ rattache la structure des *Pteris* à celle des *Hypolepis*, pour les raisons suivantes (1) : dans le pétiole du *P. respertilionis*, on trouve deux faisceaux principaux, avec un bois en forme d'« hippocampe », qui sont situés du côté supérieur; du côté inférieur, il y a quelques autres faisceaux, beaucoup plus petits, qui, d'après Thomæ, sont les équivalents de ceux que l'on rencontre à la même place, mais en plus grand nombre, chez l'*Hypolepis tenuifolia*. Si, maintenant, on fait abstraction des petits faisceaux, on arrive au cas des *P. cretica* et *serrulata*. Si l'on suppose enfin que les deux gros faisceaux qui restent soient réunis dès l'origine, on tombe dans le cas du *P. longifolia*, qui, à cet égard, rappelle encore un *Hypolepis*, l'*H. repens*.

(1) Thomæ, loc. cit.

Genre *Pteridium*.

Cela étant, je vais m'occuper du genre *Pteridium*, que Diels place également dans sa sous-tribu des *Ptéridinées*. Ce genre, créé par Gleditsch, a été longtemps confondu avec le genre *Pteris*, à cause de ses sores marginaux allongés; mais il s'en distingue par plusieurs caractères, principalement par la présence, dans chaque sore, de deux indusium, dont l'un, analogue à celui des *Pteris*, est constitué par le bord du limbe recourbé; l'autre, situé en dedans du premier, est constitué par une seule assise de cellules; c'est entre ces deux membranes que sont situés les sporanges.

Le genre *Pteridium*, admis par la plupart des auteurs, notamment par Luerssen et Diels, ne comprend qu'une espèce, le *P. aquilinum* Kuhn, que Linné appelait *Pteris aquilina*.

Milde confond les genres *Pteris* et *Pteridium*. Il en est de même de Hooker et Baker, qui placent le *Pteris aquilina* dans la section *Pæsia* de leur genre *Pteris*, précisément à cause de son double indusium.

Au point de vue anatomique, le *Pteridium aquilinum* diffère beaucoup des vrais *Pteris*. Toutefois, sa racine, comme celle des *Pteris*, possède autour de son endoderme un anneau scléreux, à membranes toutes également épaissies.

Quant à la structure de son pétiole, elle est très complexe et diffère de celle que l'on remarque chez les *Pteris*. Dans cet organe, on sait que la partie externe de l'écorce est très fortement sclérifiée; c'est pourquoi elle est si tranchante.

Sur une coupe transversale pratiquée à une certaine distance de la base du pétiole, on constate la présence de nombreux faisceaux arrangés sans ordre apparent, comme l'indique Thomæ (1). Ces faisceaux ont des formes très diverses; certains sont ovales et ont un bois, soit en ellipse plus ou moins régulière, soit en cordon recourbé à ses extrémités, soit aussi quelquefois en cercle. Ou bien ils sont très allongés, et certains d'entre eux, qui sont en contact, affectent une forme de fourche. Ils sont séparés les uns des autres par des bandes scléreuses, et, en

(1) Thomæ, *loc. cit.*

outre, chacun d'eux est généralement accompagné par une gaine protectrice. Toutefois, ils ne possèdent pas de gaine protectrice en face des bandes scléreuses qui les séparent ; ils n'en possèdent que suivant le reste de leur contour. Mais cette gaine entoure complètement les faisceaux qui ne sont pas situés aux environs immédiats d'une bande scléreuse. Les gaines protectrices (« Stützscheiden ») et les bandes scléreuses (« Stützbündel ») ont donc un rôle complémentaire, au point de vue de la protection des faisceaux.

A la base du pétiole, tout près de son insertion sur le rhizome, on rencontre une structure bien moins compliquée. Il existe, en effet, à cet endroit, un certain nombre de faisceaux dont l'ensemble est symétrique par rapport à un plan. Du côté supérieur, il y en a deux, qui sont les plus importants de tous et qui sont allongés parallèlement au plan de symétrie ; au sommet de chacun d'eux, du côté externe, il se trouve un autre faisceau qui est moins important, et qui s'étend perpendiculairement au plan de symétrie. A la partie inférieure des deux faisceaux principaux, il y a encore d'autres faisceaux, plus petits, qui sont ordonnés sensiblement suivant un arc parallèle à la surface du pétiole.

Entre les faisceaux que je viens de décrire, se trouvent des bandes scléreuses qui se rejoignent toutes, contrairement à ce qui se passe à un niveau plus élevé, et dont l'ensemble figure sur une coupe transversale une ligne deux fois ramifiée dichotomiquement. Du côté opposé à ces bandes scléreuses, les faisceaux possèdent encore une gaine protectrice.

L'ensemble ainsi formé présente donc un aspect très spécial. Cet aspect a, depuis longtemps, frappé les auteurs. Duval-Jouve l'a comparé à celui d'une « ancre » (1) ; plusieurs auteurs anglais y ont vu la forme d'un « arbre renversé » ; d'autres y ont vu celle d'un « aigle d'Autriche », à deux têtes, et aux ailes déployées. Newmann rapporte même un passage d'Érasme, datant de l'année 1551, où cette forme d'aigle était déjà signalée (2) ; et c'est bien plus tard seulement que Linné a créé pour la plante en question le nom de *Pteris aquilina*.

(1) Duval-Jouve, *loc. cit.*

(2) Newmann, *British ferns*, p. 98.

Par la structure de son pétiole, le *Pteridium aquilinum* diffère donc profondément des vrais *Pteris*, et il importe d'en faire le type d'un genre spécial.

Thomæ rattache cette structure à celle du pétiole des vrais *Pteris*, de la façon suivante (1) : il considère l'arc de petits faisceaux du *Pteridium aquilinum* comme équivalant aux petits faisceaux que l'on trouve à la même place chez le *Pteris vespertilionis* et aussi chez l'*Hypolepis tenuifolia*. Quant aux quatre faisceaux situés du côté supérieur, dans le pétiole du *Pteridium aquilinum*, il les considère comme les équivalents des deux faisceaux principaux du *Pteris vespertilionis* et de l'*Hypolepis tenuifolia*, supposés fragmentés.

Mais, ce qui distingue nettement le *Pteridium aquilinum* des vrais *Pteris*, c'est que la structure de son pétiole est beaucoup moins compliquée à la base de ce dernier qu'elle ne l'est à un niveau plus élevé.

On peut donc dire que, par la structure de sa racine, le *P. aquilinum* présente des affinités avec les *Pteris*, mais qu'il s'en éloigne profondément par la structure de son pétiole. Cela justifie l'opinion de ceux qui admettent le genre *Pteridium*. D'ailleurs, comme on le verra ultérieurement, la structure du rhizome justifie encore plus cette opinion.

Genre *Adiantum*.

J'arrive maintenant au genre *Adiantum*. Ce genre, créé par Linné, est caractérisé par ses nervures rayonnantes, qui atteignent le bord du limbe, sauf celles qui sont fructifères : ces dernières ne vont pas au delà des sores. Il rappelle le genre *Pteris*, à cause de ses sores recouverts par le bord replié du limbe.

Milde et Luerssen le placent dans leur groupe des *Polypodiées*, ainsi que le genre *Pteris* ; Diels en fait le type de sa sous-tribu des *Adiantinées*, caractérisée par la position des sores à l'extrémité des nervures ; quelquefois, ces derniers empiètent aussi sur le parenchyme environnant, et, en tous cas, ils sont

(1) Thomæ, *loc. cit.*

recouverts par des fragments du bord du limbe, recourbés en dessous de ce dernier.

J'ai étudié quatre espèces d'*Adiantum*, que Hooker et Baker ont placées dans la section *Euadiantum* du genre *Adiantum*, parce que leurs nervures ne sont pas anastomosées entre elles, contrairement à ce qui a lieu chez les quelques espèces constituant la section *Hewardia*. De plus, Hooker et Baker rangent ces quatre espèces dans deux groupes distincts : dans l'un de ces groupes, ils mettent les *A. Capillus Veneris* L., *tenerum* Sw., *cuneatum* Langs et Fisch., à cause de leurs sores obversement réniformes; et dans l'autre, ils placent l'*A. macrophyllum* Sw., à cause de ses sores situés suivant une ligne marginale continue, ou à peu près.

Au point de vue anatomique, ces *Adiantum* présentent entre eux des différences que je vais signaler.

Considérons d'abord l'*A. Capillus Veneris*, qui est le seul *Adiantum* croissant spontanément en France. L'endoderme de sa racine est entouré par une assise de cellules, sensiblement isodiamétriques, arrondies du côté externe, et beaucoup plus grandes que celles du reste de l'écorce. Certains de ces éléments sont séparés de l'endoderme par une autre cellule plus aplatie, mais aussi large dans le sens tangentiel. Cette assise de grandes cellules, ainsi que les trois ou quatre autres qui viennent ensuite, du côté externe, ont leurs membranes un peu plus épaissies que celles des autres cellules corticales, mais non sclérifiées. M. Van Tieghem a décrit l'organisation de la racine de l'*A. Capillus Veneris*, qu'il désigne à l'aide du terme synonyme d'*A. Moritzianum* Linck (1). Il y a signalé, ainsi que de Bary (2), un cylindre central hexagonal, limité par six larges cellules semblables à celles que je viens de décrire. J'ai rencontré cette structure dans les radicelles, et aussi dans la partie la plus jeune des racines. Mais à la base de ces dernières, la forme hexagonale du cylindre central n'existe plus, et l'endoderme est entouré par environ deux fois plus de cellules qu'au sommet. Cette forme hexagonale est un reste de celle

(1) Van Tieghem, *loc. cit.*

(2) De Bary, *loc. cit.*

qui existait au début du développement, alors que le cylindre central était, comme on sait, constitué par six secteurs, et figurait en effet un hexagone, en coupe transversale (1).

Quant au pétiole de l'*A. Capillus Veneris*, la partie ligneuse de ses deux faisceaux est en forme de croissant, convexe du côté interne, et dépourvu de crochets à ses extrémités (fig. 34). Ce croissant ne comprend que deux ou trois épaisseurs de vaisseaux au centre. Après la réunion des deux faisceaux,

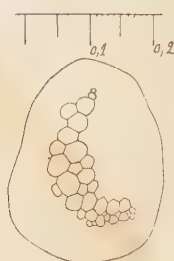


Fig. 34. — Un des faisceaux pétiolaires de l'*Adiantum Capillus Veneris* (coupe transversale).

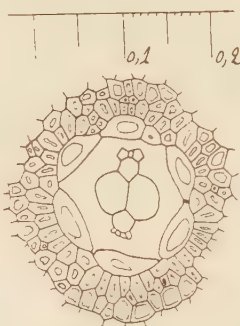


Fig. 35. — Partie interne de la racine de l'*Adiantum cuneatum* (coupe transversale).

leurs parties ligneuses prennent contact par leurs extrémités inférieures, et l'ensemble qu'elles constituent ainsi a la forme d'un V, à branches légèrement concaves du côté externe.

Chez l'*A. cuneatum*, le cylin-

dre central de la racine a une forme nettement hexagonale et est limité, en dehors de l'endoderme, par six cellules beaucoup plus grandes que les autres, et plus larges dans le sens tangentiel que dans le sens radial (fig. 35); toutefois, ces six cellules sont bien moins grandes que celles qui occupent la même place chez l'*A. Capillus Veneris*. Elles ont leurs parois sclérifiées, et leurs faces internes et latérales sont plus épaissies que leurs faces externes. Ainsi que l'indique Rumpf, à propos de l'*A. tenerum* (2), elles possèdent parfois sur leurs faces latérales un ou deux prolongements, grâce auxquels elles prennent contact; et, en outre, certaines d'entre elles sont quelquefois séparées par deux ou trois autres cel-

(1) G. Chauveaud, *Recherches sur le mode de formation des tubes criblés dans la racine des Cryptogames vasculaires et des Gymnospermes* (Ann. Sc. nat., Bot., 8^e série, t. XVIII, p. 266).

(2) Rumpf, *loc. cit.*

lules beaucoup plus petites. En dehors de cette assise, on en trouve deux ou trois autres, dont les éléments, beaucoup plus petits que ceux de la précédente, ont aussi leurs parois sclérifiées, mais toutes également épaissies. Ces éléments sont allongés dans le sens radial, surtout ceux qui sont les plus internes. Enfin, le plan de symétrie du bois coupe deux faces opposées du cylindre central en leur milieu.

Comme je l'ai dit à propos de l'*A. Capillus Veneris*, cette forme hexagonale du cylindre central rappelle celle des débuts du développement, alors que ce cylindre central était constitué par six secteurs unicellulaires. Les divisions ultérieures de ces secteurs, contrairement à ce qui se passe dans la plupart des cas, n'ont pas troublé la forme initiale. C'est là un caractère d'infériorité.

Le pétiole de l'*A. cuneatum* possède à sa base deux faisceaux, dont le bois a une forme rappelant un peu celle d'un « hippocampe », surtout dans sa partie inférieure ; la région centrale de ce bois comprend deux ou trois épaisseurs de vaisseaux. Son extrémité supérieure est un peu moins large et se termine en se recourbant très légèrement vers l'intérieur. Quant à l'autre extrémité, elle ne s'appuie pas à l'origine sur toute l'épaisseur de la région centrale, mais seulement sur la partie externe de cette épaisseur ; elle se recourbe du côté interne davantage que l'extrémité supérieure (fig. 36).

Les deux parties ligneuses des faisceaux se réunissent, à un certain niveau, par leurs extrémités inférieures, de façon à figurer une sorte de pince. Les deux branches latérales de cette pince sont reliées par une plaque transversale assez large (« Querband ») ; l'extrémité inférieure de chacune de ces branches est moins épaisse que sa partie centrale, comme cela a lieu dans les deux faisceaux initiaux ; quant à son extrémité supérieure, elle est encore un peu recourbée vers l'intérieur.

Chez l'*A. tenerum*, le cylindre central de la racine a la même

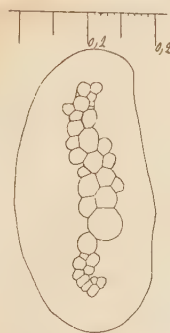


Fig. 36. — Un des faisceaux pétioles de l'*Adiantum cuneatum* (coupe transversale).

forme que chez l'*A. cuneatum*. Les six larges cellules qui le limitent ne sont pas sclérifiées du tout du côté externe ; l'épaississement de leurs autres parois est très accentué, et il affecte la forme d'un U, à convexité tournée vers l'intérieur (1). En dehors de ces six éléments, on a une ou deux assises de cellules qui sont aussi sclérifiées, mais dont les parois sont toutes également épaissies ; en outre, ces parois sont plus minces que chez l'*A. cuneatum* (fig. 37).

Je n'ai trouvé qu'un faisceau à la base du pétiole de

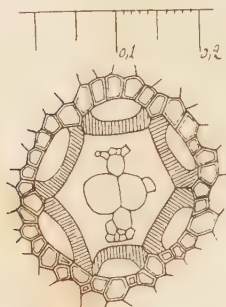


Fig. 37. — Partie interne de la racine de l'*Adiantum tenerum* (coupe transversale).

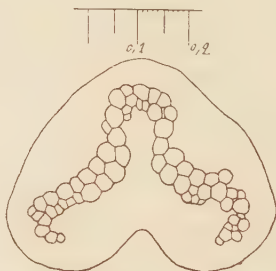


Fig. 38. — Faisceau pétioleire de l'*Adiantum tenerum* (coupe transversale).

l'*A. tenerum*. Le bois de ce faisceau est en forme de pince très nette (fig. 38), et on y distingue deux « hippocampes » réunis par leurs extrémités inférieures, suivant un arc assez étroit. Ces extrémités inférieures sont, en effet, assez rapprochées ; de plus, elles sont sensiblement parallèles. La région centrale des deux branches de la pince n'est pas très large, mais elle l'est davantage que leurs extrémités : j'y ai vu deux épaisseurs de vaisseaux. Les deux extrémités supérieures sont courtes et recourbées vers l'intérieur.

Chez l'*A. macrophyllum*, le cylindre central de la racine n'est plus hexagonal ; il est entouré, comme chez l'*A. Capillus Veneris*, par d'assez nombreuses cellules (fig. 39). Ces cellules sont bien moins larges que leurs correspondantes, chez les *A. cuneatum* et *tenerum* ; mais elles constituent encore une assise nettement distincte du reste de l'écorce. En outre, elles sont sclérifiées,

(1) Rumpf, *loc. cit.*

mais leurs parois internes sont beaucoup plus épaissies que les autres. L'anneau qu'elles constituent est entouré par deux ou trois autres assises de cellules bien moins larges que les précédentes, et allongées dans le sens radial; ces cellules sont sclérifiées aussi, mais leurs parois sont toutes également épaissies.

Le pétiole de l'*A. macrophyllum* possède à sa base deux faisceaux, dont le bois est en forme d'« hippocampe » (fig. 40).

La région centrale de cet hippocampe est à peine renflée au centre, et ses vaisseaux sont assez larges, surtout ceux qui sont situés du côté inférieur. Par endroits, on trouve deux épaisseurs de ces vaisseaux, et ailleurs on n'en trouve qu'une seule. Ceux de l'extrémité inférieure sont bien moins grands que les précédents, et il n'y en a qu'une épaisseur. Après s'être recourbée vers l'intérieur, l'extrémité inférieure se termine en ligne droite, sans se recourber à nouveau, contrairement à ce qui a lieu pour l'autre extrémité. Cette dernière est plus allongée que l'extrémité inférieure, et, en se recourbant, elle rejoint presque la partie supérieure de la région médiane du bois. Elle comprend, à certains endroits, une seule épaisseur de vaisseaux, et à d'autres, deux. Ces vaisseaux sont plus gros que ceux de l'extrémité inférieure.

Cette forme rappelle assez celle que l'on rencontre chez le *Nephrodium Thelypteris*, mais, chez ce dernier, la région centrale est plus renflée, et l'extrémité supérieure, plus allongée que chez l'*A. macrophyllum*; en outre, l'extrémité supérieure se termine bien plus loin de la région centrale qu'elle ne le fait dans cette dernière espèce.

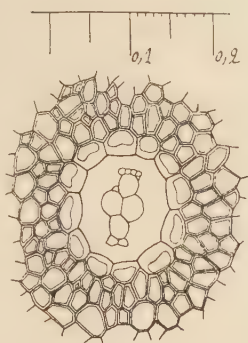


Fig. 39. — Partie interne de la racine de l'*Adiantum macrophyllum* (coupe transversale).

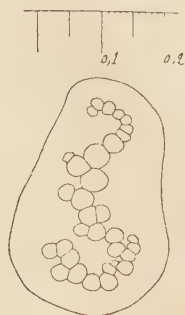


Fig. 40. — Un des faisceaux pétioles de l'*Adiantum macrophyllum* (coupe transversale).

Ainsi, les quatre *Adiantum* en question se distinguent facilement les uns des autres par la structure de leur racine et aussi par celle de leur pétiole. Toutefois, il importe de remarquer qu'ils possèdent tous, autour de l'endoderme de la racine, une assise de cellules plus grandes que celles du reste de l'écorce. Les *A. cuneatum* et *tenerum* ont beaucoup d'affinités entre eux à cause de l'organisation analogue que l'on trouve dans leurs racines. Hooker et Baker ont donc eu raison de les placer dans un même groupe de leur section *Euadiantum*. Mais ils ont placé aussi dans ce groupe l'*A. Capillus Veneris*, qu'il convient d'en séparer. L'*A. macrophyllum* doit également occuper une place à part, en raison de sa structure spéciale. D'ailleurs, dans la classification de Hooker et Baker, il est mis, à cause de ses caractères morphologiques, dans un groupe différent de celui où sont placés les *A. cuneatum*, *tenerum* et *Capillus Veneris*.

Le genre *Adiantum*, qui est un des groupes de Fougères les plus homogènes, au point de vue morphologique, est donc très polymorphe, au point de vue anatomique.

Genre *Nothochlaena*.

Je vais maintenant examiner deux espèces appartenant au genre *Nothochlaena* R. Br. Ce genre est caractérisé principalement par ses sores dépourvus d'indusium et situés le long des nervures, à l'extrémité de ces dernières, et aussi par les écailles ou les poils qui recouvrent la face inférieure de son limbe. Il est représenté en France par les *N. Marantae* R. Br., et *rellea* Desv. Ce sont précisément là les espèces que j'ai étudiées; chez le *N. Marantae*, la face inférieure du limbe est recouverte par des écailles rappelant celles des *Ceterach*; d'ailleurs, ce *Nothochlaena* a été appelé *Ceterach Marantae* par de Candolle. Le *N. rellea* possède, au lieu d'écailles, des poils blanchâtres sur les deux faces du limbe, surtout sur la face inférieure.

Milde fusionne le genre *Nothochlaena* avec le genre *Gymnogramme*, dans lequel il place également le *Grammitis leptophylla*; mais, comme on le verra plus loin, il importe de séparer cette dernière espèce des *Nothochlaena*, au point de vue anatomique. Diels place le genre *Nothochlaena* dans sa sous-tribu des

Cheilanthinées, à cause de ses sores situés à l'extrémité des nervures. Hooker et Baker le placent dans leur tribu des *Grammitidées*, ainsi que le genre *Gymnogramme*, à cause de ses sores allongés, mais ils ne le confondent pas avec le genre *Gymnogramme*, comme le fait Milde. Ils le séparent des *Ptéridées*, parce que ses sores sont dépourvus d'indusium. En outre, ils placent les *N. vellea* et *Marantae* dans un même groupe de leur section *Eunothoclaena*, parce que les poils ou les écailles qui recouvrent la surface inférieure du limbe chez ces deux espèces sont très nombreux.

Ces deux *Nothoclaena* sont très faciles à distinguer l'un de l'autre, au point de vue morphologique; au point de vue anatomique, ils présentent entre eux de sérieuses différences, surtout dans leurs racines.

Chez le *N. vellea*, l'endoderme de la racine est entouré par une assise de cellules sclérifiées, dont les parois internes sont fortement épaissies, alors que les autres parois le sont très peu (fig. 41). En outre, ces cellules sont plus larges dans le sens tangentiel que dans le sens radial. Ensuite, viennent une ou deux autres assises, dont les éléments ont leurs parois légèrement épaissies. Les cellules qui entourent l'endoderme rappellent donc celles qui occupent la même position chez l'*Adiantum macrophyllum*. A leur extérieur, on n'a pas, comme dans cette dernière espèce, de cellules allongées dans le sens du rayon, et simulant un tissu palissadique; mais on a des cellules qui sont allongées tangentiellement. Il ne saurait donc y avoir de confusion à cet égard entre le *N. vellea* et l'*Adiantum macrophyllum*.

En outre, le pétiole du *N. vellea* ne possède qu'un faisceau à sa base (1), avec une partie ligneuse en forme de V, dont les branches ne sont pas rectilignes, mais convexes du côté interne, vers leur milieu; c'est en cet endroit qu'elles sont le plus épaisses.

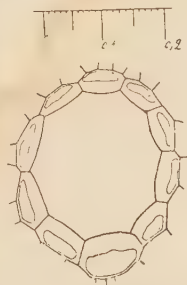


Fig. 41. — Assise de cellules entourant l'endoderme de la racine chez le *Nothoclaena vellea* (coupe transversale).

(1) Parmentier, *loc. cit.*

Jusqu'à leur convexité, elles sont proches l'une de l'autre, et ensuite, elles divergent considérablement. Elles se terminent en se recourbant très peu vers l'intérieur.

Chez le *N. Marantæ*, la racine ne possède pas, autour de son endoderme, de cellules semblables à celles que j'ai signalées dans l'espèce précédente. Les éléments de son écorce sont assez allongés tangentiellement, et leurs parois sont légèrement épaissies, mais non sclérifiées. On rencontrera une structure analogue chez le *Woodsia hyperborea*.

Quant au pétiole, ainsi que l'indique M. Parmentier, il ne possède encore à sa base qu'un faisceau, avec une seule partie ligneuse, qui comprend deux branches latérales renflées en leur milieu et terminées, à leur partie supérieure, par un crochet tourné du côté interne; ce crochet est renflé à son extrémité (1), contrairement à ce qui a lieu chez le *N. vellea*. A son origine, le faisceau est très aplati, perpendiculairement à son plan de symétrie, et les deux extrémités supérieures de sa partie vasculaire sont très écartées l'une de l'autre. Quant à ses deux branches latérales, elles sont réunies du côté inférieur par une plaque transversale (« Querband »); à leur intersection avec cette plaque, elles deviennent momentanément très étroites. A un certain niveau, elles rapprochent leurs extrémités supérieures, et la plaque transversale diminue de largeur.

Ainsi, le *N. Marantæ*, qui, comme je l'ai dit plus haut, avait été appelé *Ceterach Marantæ* par de Candolle, à cause des écailles de son limbe, se distingue profondément des *Ceterach* par sa structure. Il se distingue aussi du *N. vellea*, et ce fait est en discordance complète avec la classification de Hooker et Baker, qui placent les *N. Marantæ* et *vellea* dans un même groupe de leur section *Eunothoclaena*. En outre, le genre *Nothoclaena*, d'après l'organisation de son pétiole, et d'après celle de la racine du *N. vellea*, rappelle assez les *Adiantum*.

(1) Parmentier, *loc. cit.*

Genre *Cheilanthes*.

Après cela, je vais examiner la seule espèce de *Cheilanthes* qui croisse en France, c'est-à-dire le *Cheilanthes odora* Sw.

Le genre *Cheilanthes*, créé par Swartz, est caractérisé par des sores arrondis, situés, comme chez les *Notholaena*, à l'extrémité des nervures, et recouverts par le bord recourbé du limbe. Si l'on fait abstraction de ce dernier caractère, on peut dire qu'il se rapproche beaucoup du genre *Notholaena*.

Diels place les genres *Cheilanthes* et *Notholaena* dans sa sous-tribu des *Cheilanthinées*. Hooker et Baker, tout en reconnaissant les affinités qui existent entre ces deux genres, les séparent l'un de l'autre, à cause de la présence d'un indusium chez les *Cheilanthes* et de l'absence d'un tel organe chez les *Notholaena*. Ils placent en effet le genre *Cheilanthes* dans leur tribu des *Ptéridées*, et le genre *Notholaena* dans celle des *Grammitidées*. De plus, le *Cheilanthes odora* fait partie de leur section *Eucheilanthes*, parce que les fragments du bord du limbe qui recouvrent ses sores sont moins distincts que dans la section *Adiantopsis* Fée, sans être toutefois confluent comme dans la section *Physapteris* Presl; en outre, la face inférieure du limbe n'y est pas poudreuse, comme dans la section *Aleuritopteris* Fée.

Dans cette espèce, la racine est dépourvue de gaine scléreuse, et rappelle très bien celle du *N. Marantae*. De plus, comme l'a constaté Duval-Jouve, le pétiole ne possède qu'un faisceau à sa base (1). M. Parmentier rapporte (2) que, à son origine, ce faisceau possède deux amas ligneux distincts, en forme d'arcs terminés en pointe à leur extrémité supérieure et élargis à leur extrémité inférieure. Je n'ai pu observer sur le fragment de pétiole desséché dont je disposais que le faisceau après la réunion des deux arcs vasculaires initiaux. Après cette réunion, la partie ligneuse a une forme de pince très nette, à extrémités supérieures légèrement recourbées vers l'intérieur et terminées en pointes. En outre, la surface interne de la pince

(1) Duval-Jouve, *loc. cit.*

(2) Parmentier, *loc. cit.*

figure un arc continu et ne possède pas en son milieu de renforcement dirigé du côté inférieur ; car les deux arcs ligneux de l'origine se sont réunis suivant toute leur partie élargie, de façon que leurs deux surfaces intérieures soient directement dans le prolongement l'une de l'autre. Toutefois, l'ensemble de vaisseaux ainsi obtenu possède en son milieu, du côté externe, un léger renflement.

Ainsi, le genre *Cheilanthes*, qui est considéré généralement comme très proche du genre *Nothoclaena*, a effectivement des affinités avec le *N. Marantae*, au point de vue anatomique, mais il s'éloigne du *N. vellea*, principalement par la structure de sa racine.

Genre *Allosorus*.

Je vais considérer maintenant l'*Allosorus crispus* Bernh. qui est la seule espèce d'*Allosorus* croissant en France.

Le genre *Allosorus*, créé par Bernhardt, est caractérisé par des sores assez larges, situés à l'extrémité des nervures, comme chez les *Nothoclaena* et les *Cheilanthes*, et recouverts par le bord replié du limbe ; ce bord ainsi recourbé s'avance presque jusqu'à la nervure médiane.

Hooker et Baker placent l'*Allosorus crispus* dans le genre *Cryptogramme* R. Br., dont il est le seul représentant, sous le nom de *C. crispa* R. Br., à cause de ses frondes dimorphes ; en outre, ce genre *Cryptogramme* fait partie de leur tribu des *Ptéridées*.

Chez l'*A. crispus*, dont j'ai examiné des fragments de racine et de pétiole desséchés, j'ai fait les constatations suivantes : La racine possède, autour de son endoderme, une gaine scléreuse, dont les cellules ont leurs parois toutes également épaissies, comme chez les *Pteris*, par exemple. D'ailleurs, la plante en question a été placée dans le genre *Pteris* par plusieurs auteurs, parce que le bord du limbe s'y recourbe sur les sores, comme chez les *Pteris* ; c'est ainsi qu'elle a été appelée *Pteris crispa* par Swartz et *P. Stelleri* par Gmelin.

Le pétiole ne possède qu'un faisceau à sa base (1). La partie

(1) Duval-Jouve, *loc. cit.*

ligneuse de ce faisceau est en forme de V (1) ; elle rappelle beaucoup celle que l'on trouve chez le *Notholaena vellea*, sauf que les extrémités libres de ses deux branches ne sont pas recourbées en crochets.

L'*Allosorus crispus* rappelle donc le genre *Notholaena* par la structure de son pétiole, mais il s'en sépare profondément par celle de sa racine, qui le rapproche plutôt des *Pteris*.

Genre *Grammitis* Sw.

La dernière espèce que je me propose d'examiner parmi les *Ptéridées* est indigène et se nomme *Grammitis leptophylla* Sw. Elle possède des sores allongés, dépourvus de membrane protectrice, et situés le long des nervures, à l'extrémité de ces dernières ; ces sores sont presque parallèles au bord du limbe.

Hooker et Baker séparent le *G. leptophylla* des autres *Ptéridées*, parce que ses sores sont nus, et ils le placent, ainsi que le genre *Notholaena*, dans leur tribu des *Grammitidées*, sous le nom de *Gymnogramme leptophylla* Desv. En outre, dans leur classification, c'est de la section *Eugymnogramme* du genre *Gymnogramme* que la Fougère en question fait partie, à cause de ses nervures libres, et aussi parce que la surface inférieure du limbe n'y est pas poudreuse, comme dans la section *Ceropteris* Link.

La racine du *G. leptophylla*, d'un diamètre très faible, possède un cylindre central hexagonal, comme celle des *Adiantum cuneatum* et *tenerum* (fig. 42). Ce cylindre central est limité, en coupe transversale, par six grandes cellules, dont la paroi interne seulement est un peu épaissie. Toutes les autres membranes de l'écorce sont minces. Je n'ai pu juger avec une précision suffisante de la taille relative des cellules corticales, parce que l'échantillon d'herbier que j'ai

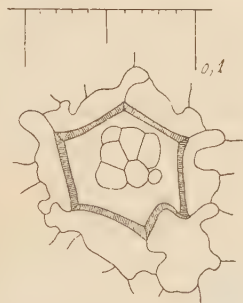


Fig. 42. — Partie interne de la racine du *Grammitis leptophylla* (coupe transversale).

(1) Parmentier, loc. cit.

étudié était très écrasé. Cette racine se distingue donc principalement de celles des *Adiantum cuneatum* et *tenerum*, parce qu'elle ne possède pas de gaine scléreuse.

En tous cas, son organisation est rudimentaire et rappelle les premiers stades du développement, comme celle que l'on trouve chez les *Adiantum cuneatum* et *tenerum*. Cela n'est d'ailleurs pas surprenant, puisque cette Fougère est annuelle et que, par conséquent, elle met peu de temps à se constituer.

D'ailleurs, l'organisation de son pétiole est aussi très simple, car ce dernier, pour se développer, ne peut utiliser, comme dans les autres espèces, des réserves nutritives accumulées dans la tige durant les années précédentes. L'unique faisceau qu'il possède est petit par rapport au diamètre du pétiole. Sa partie ligneuse est en forme d'arc court et très épais au centre; la surface interne de cet arc est beaucoup moins bombée que sa surface externe (fig. 43).



Fig. 43. — Faisceau pétio-
laire du *Grammitis leptophylla* (coupe transversale).

Comme je l'exprimais plus haut, cette structure est rudimentaire et très particulière. Le *G. leptophylla* mérite donc une place à part, parmi les *Ptéridées* que je viens d'examiner.

D'après les considérations précédentes, on doit conclure ce qui suit :

La distinction des genres *Pteridium* et *Pteris* doit être maintenue, à cause de la structure du pétiole, malgré la similitude des racines.

Le genre *Allosorus* se rapproche du genre *Pteris*, à cause de l'organisation de sa racine.

Le genre *Adiantum* ne peut être caractérisé que par la structure de sa racine.

Le *Grammitis leptophylla*, que Diels place dans une sous-tribu différente de celle où il place les *Adiantum*, et que Hooker et Baker ne mettent pas dans leur tribu des *Ptéridées*, se rapproche pourtant de certains *Adiantum* par la structure de sa racine.

Le genre *Nothoclauena* n'est pas homogène, au point de vue anatomique, et il importe de séparer le *N. vellea* du

N. Marantae. Le *N. vellea*, par l'assise de cellules qui entoure l'endoderme de sa racine, rappelle certains *Adiantum*, surtout l'*A. macrophyllum* ; et le *N. Marantae*, par la structure de sa racine, se rapproche du *Cheilanthes odora*. Il ne semble donc pas admissible de rapprocher l'un de l'autre les genres *Nothochlæna* et *Gymnogramme*, ni de les séparer de la tribu des *Ptéridées*, comme l'ont fait Hooker et Baker.

TRIBU DES WOODSIÉES

Je vais ensuite examiner quelques espèces appartenant aux genres *Cystopteris* Bernh. et *Woodsia* R. Br., que Milde et Luerssen placent dans leurs *Aspidiées*. Diels les range tous les deux dans sa tribu des *Woodsiées*, parce que, dans l'un comme dans l'autre, l'indusium s'ouvre par sa partie supérieure et reste attaché au limbe par sa base ; il les place, en outre, dans la sous-tribu des *Woodsiées*, parce que leurs segments fertiles ne sont pas contractés, contrairement à ce qui se passe dans les genres appartenant à la sous-tribu des *Onoclées*. Hooker et Baker placent le genre *Cystopteris* dans la tribu des *Dacalées*, parce que l'indusium y est fixé largement à sa base, et libre suivant le reste de son pourtour ; et ils mettent le genre *Woodsia* dans la tribu des *Dicksoniées*, parce que l'indusium y possède une forme de coupe.

Genre *Cystopteris*.

Ils mentionnent cinq espèces de *Cystopteris*, notamment le *C. alpina* Desv., que beaucoup d'auteurs considèrent comme une forme du *C. fragilis*, dont il est d'ailleurs très proche : il n'en diffère guère que par sa taille plus réduite. J'ai examiné trois de ces espèces, dont deux françaises, qui sont les *C. fragilis* Bernh., et *montana* Bernh. ; la troisième est le *C. bulbifera* Bernh., qui croît surtout dans l'Amérique du Nord. Cette dernière espèce est très curieuse, à cause des bulbilles qu'elle produit par endroits sur la face inférieure de ses feuilles, et qui servent à la reproduction. Le professeur Eaton a constaté

que ces bulbilles mettent deux ans environ pour donner un individu adulte, semblable à celui qui les a produits (1).

Considérons d'abord le [*C. fragilis*. Ainsi que l'a constaté Rumpf (2), sa racine possède, au-dessous de l'épibème, une assise de cellules allongées tangentiellement, dont les parois internes et radiales sont épaissies; on a ainsi, sur une coupe transversale, une série d'U à convexité tournée du côté interne. Les parois radiales de ces cellules diminuent progressivement d'épaisseur, quand on va de l'intérieur vers l'extérieur, et les parois externes ne sont pas du tout épaissies. On a donc, entre les première et deuxième assises sous-épibémiques, comme une paroi cylindrique assez fortement épaissie, et très caractéristique. Cela rappelle le *Phegopteris calcarea*, mais, contrairement à ce qui se passe dans cette dernière espèce, les assises sous-jacentes n'ont pas leurs parois épaissies. En outre, la racine du *C. fragilis* est dépourvue [de gaine scléreuse.

Quant à son pétiole, il possède deux faisceaux à sa base. La partie ligneuse de ces faisceaux est recourbée aux environs de

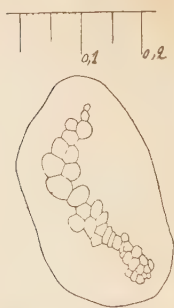


Fig. 44. — Un des faisceaux pétioliaires du *Cystopteris fragilis* (coupe transversale).

son extrémité inférieure, et c'est dans sa concavité, où d'ailleurs elle est assez peu renflée, qu'elle possède ses plus gros vaisseaux (fig. 44). Elle a ainsi la forme d'un angle à peine plus grand qu'un droit, dont un côté serait plus long que l'autre. Elle se termine, à sa partie inférieure, par deux ou trois petits vaisseaux, et, à sa partie supérieure, par un renflement, constitué également par de petits vaisseaux. Avant de se renfler ainsi, elle subit un étranglement, durant lequel elle ne

comprend qu'une épaisseur de vaisseaux. Il en est de même un peu au-dessus de sa région concave. Son contour n'est donc pas régulier. A un certain niveau, les deux parties ligneuses ainsi décrites se réunissent en prenant contact un peu avant leurs extrémités inférieures. Ces extrémités sont donc libres, mais, à un niveau plus élevé, elles arrivent à se confondre.

(1) Voy. Hooker et Baker, *loc. cit.*

(2) Rumpf, *loc. cit.*

Ce mode d'union rappelle celui que l'on trouve chez certains *Asplenium* ; toutefois, chez ces derniers, le contact des deux parties ligneuses du pétiole s'effectue plus loin de leurs extrémités inférieures que chez le *C. fragilis*. D'ailleurs, M. Parmentier attribue au genre *Cystopteris* des affinités avec le genre *Asplenium*, parce qu'il a découvert entre le *C. fragilis* et l'*A. Trichomanes* un hybride, qu'il a appelé *Cystopteris Blindi*, et qui, au point de vue anatomique comme au point de vue morphologique, possède des caractères intermédiaires entre ceux de ses deux parents, tout en se rapprochant davantage de l'*A. Trichomanes* que du *C. fragilis* (1). Quoi qu'il en soit, le *C. fragilis* diffère profondément des *Asplenium*, par la structure de sa racine.

Le *C. montana* se rapproche beaucoup du *C. fragilis*, au point de vue anatomique. Toutefois, l'assise sous-épiblémique de sa racine ne possède pas d'épaississements en U.

Son pétiole est organisé comme celui du *C. fragilis*. D'ailleurs, M. Parmentier considère le *C. montana* comme une variété du *C. fragilis*, au même titre que le *C. alpina* (2).

Dans la racine du *C. bulbifera*, je n'ai pas trouvé non plus d'épaississements en U dans l'assise sous-épiblémique.

Le pétiole du *C. bulbifera* possède deux faisceaux, dont la partie vasculaire a une forme d'« hippocampe » très nette (fig. 45). L'extrémité inférieure de cet « hippocampe » est assez réduite, mais elle est bien mieux développée que chez le *Phegopteris calcarea*, par exemple, et elle se recourbe du côté interne, presque à angle droit ; elle est constituée par des vaisseaux qui sont bien plus petits que ceux de la région médiane ; celle-ci est renflée en son milieu, où elle possède deux ou trois épaisseurs de vaisseaux ; les plus

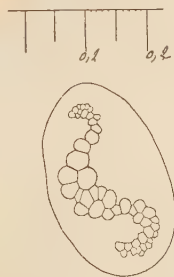


Fig. 45. — Un des faisceaux pétioles du *Cystopteris bulbifera* (coupe transversale).

(1) Parmentier, *Sur le Cystopteris Blindi* = *Cystopteris fragilis* × *Asplenium Trichomanes* (Loc. cit.).

(2) Parmentier, *Recherches sur la structure de la feuille des Fougères et sur leur classification* (Loc. cit.).

gros de ces vaisseaux sont situés du côté inférieur. En outre, la surface externe de cette région médiane est très concave. L'extrémité supérieure est plus longue que l'extrémité inférieure, et elle est recourbée en arc de cercle.

Après la réunion des deux faisceaux, les extrémités inférieures de leurs parties ligneuses prennent contact bout à bout, et non pas un peu avant leur terminaison, comme chez le *C. fragilis*. On a alors deux branches vasculaires latérales, qui conservent l'aspect d'« hippocampes », et qui sont reliées, à leur partie inférieure, par une plaque transversale (« Querband »).

Dans l'assise de cellules qui entoure les faisceaux pétiolaires du *C. bulbifera*, il se trouve çà et là des éléments sclérifiés suivant leurs parois internes, comme cela a lieu chez les *Polypodium*, par exemple ; ces éléments deviennent de plus en plus nombreux, à mesure que le niveau s'élève, et ils arrivent à former une assise presque continue (« Stützscheide »). Je n'ai pas vu de semblables formations chez les *C. fragilis* et *montana*.

Ainsi, les épaisissements en U que l'on observe dans l'assise de cellules sous-épiblémique de la racine, chez le *C. fragilis*, sont particuliers à cette espèce, et leur présence ne constitue pas un caractère générique.

En outre, les *C. fragilis* et *montana* se ressemblent bien plus entre eux qu'ils ne ressemblent au *C. bulbifera*.

Genre *Woodsia* R. Br.

Je vais m'occuper maintenant du *Woodsia hyperborea* R. Br., qui est une fougère française. Hooker et Baker l'ont placé dans la section *Eurwoodsia* du genre *Woodsia*, parce que l'indusium y est plus petit que chaque sore, et parce que cet indusium est entouré par des poils unisériés assez longs ; tandis que, dans la section *Physematium*, l'indusium est plus grand que les sores et ne possède pas de poils à sa périphérie.

La racine du *W. hyperborea*, dépourvue de gaine scléreuse, a une structure analogue à celle des racines du *N. Marantae* et du *Cheilanthes odora*. Son écorce est, en effet, constituée par des cellules polygonales assez allongées tangentiellement, et dont les parois sont légèrement épaissies.

J'ai rencontré dans le pétiole de la même espèce un faisceau unique, avec deux parties ligneuses en forme d'« hippocampes », qui sont presque réunies par leurs extrémités inférieures. M. Parmentier a constaté que ces parties ligneuses sont, à l'origine, tantôt distinctes, tantôt réunies, suivant les échantillons observés (1); en outre, comme il l'a encore remarqué, leurs extrémités sont terminées par de courts crochets. Quand elles sont réunies, on a deux branches vasculaires latérales, reliées par leurs extrémités inférieures à l'aide d'une plaque transversale (« Querband »), comme chez le *Nothoclaena Marantæ*, par exemple. Mais, à leur intersection avec cette plaque transversale, elles ne sont pas rétrécies considérablement, comme cela a lieu chez cette dernière espèce; en outre, leurs crochets supérieurs ne se terminent pas par un renflement. De plus, à son origine, le faisceau n'est pas aplati perpendiculairement à son plan de symétrie, comme cela a encore lieu chez le *N. Marantæ*. Ainsi, le *W. hyperborea* se distingue des *Cystopteris*, au point de vue anatomique, et c'est de quelques *Ptéridées*, telles que le *Nothoclaena Marantæ* et le *Cheilanthes odora*, qu'il se rapproche le plus. A ce sujet, il est intéressant de constater que sa variété *rufigula* Koch a été appelée *Nothoclaena rufigula* par Desvaux, à cause des fines écailles qui recouvrent la face inférieure de son limbe.

FAMILLE DES OSMUNDACÉES

Genre *Osmunda* L.

Il me reste enfin, pour terminer cette première partie, à examiner l'*Osmunda regalis* L., qui croît en France, et chez qui la partie supérieure de la fronde est uniquement fructifère, et dépourvue de tissu assimilateur; les rameaux du rachis qui constituent cette région fructifère supportent des capsules sporangifères. Quant au reste de la fronde, il est complètement dépourvu de fructifications.

Le groupe des *Osmundacées* est admis par tous les auteurs, comme équivalant à celui des *Polypodiacées*. C'est ainsi que

(1) Parmentier, *loc. cit.*

Hooker et Baker, par exemple, en ont fait un sous-ordre de leur ordre des *Policinées*, et que Diels en a fait une des huit familles dont l'ensemble constitue son sous-groupe des *Eufilicinées*.

La structure de l'*O. regalis* est très spéciale. Sa racine ne possède pas de gaine scléreuse ; mais les deux ou trois assises de cellules qui sont situées au-dessous de l'épibème ont leurs membranes épaissies (1), et se distinguent ainsi nettement du reste de l'écorce ; c'est la plus externe de ces assises qui a ses parois le plus épaissies. De plus, l'ensemble des deux faisceaux ligneux de la racine en question est cunéiforme (2). En un mot, la bande qu'ils constituent ne coïncide pas avec le plan qui passe par ses deux pôles ; ce dernier n'est donc pas un plan de symétrie pour la racine.

Le pétiole de l'*O. regalis* possède dans toute son étendue un faisceau unique, en forme d'arc, à concavité tournée vers la face supérieure de la feuille, et à extrémités recourbées vers l'intérieur (3) ; sa partie ligneuse a la même forme. Thomæ a signalé (4), dans la région concave de ce faisceau, un certain nombre de canaux sécréteurs, qui alternent avec les groupes de protoxylème.

Cette forme du faisceau pétioleaire, et aussi celle du bois de la racine, sont très spéciales.

Avec cela, j'ai terminé la première partie de ce travail, et je vais m'occuper du limbe.

(1) Rumpf, *loc. cit.*

(2) Van Tieghem, *loc. cit.*

(3) Duval-Jouve, *loc. cit.*

(4) Thomæ, *loc. cit.*

DEUXIÈME PARTIE

LE LIMBE

Comme je l'ai dit dans l'Introduction, la structure du limbe est susceptible de se modifier sous l'influence des variations de milieu, ainsi que l'ont montré les travaux de divers auteurs (1). Il serait donc téméraire de vouloir utiliser les caractères anatomiques de cet organe pour la classification. Aussi, me bornerai-je, dans ce chapitre, à mentionner un certain nombre de particularités intéressantes et de faits nouveaux que j'ai constatés au cours de mes recherches.

Je vais d'abord faire quelques remarques au sujet du tissu assimilateur. Ce dernier est assez mal différencié chez beaucoup de Fougères, car la plupart de ces dernières affectionnent spécialement les endroits ombragés (2).

Certaines d'entre elles, toutefois, possèdent un tissu palissadique bien développé, comme, par exemple, le *Ceterach*

(1) Voy. notamment, à ce sujet :

Stahl, *Ueber den Einfluss der Lichtintensität auf Structur und Anordnung des Assimilationsparenchyms* (Bot. Zeit., 1880). — *Ueber den Einfluss des sonnigen und schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter* (Jenaische Zeitsch. f. Naturwissensch., Bd XVI, 1883).

Pick, *Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestalt und Orientirung der Zellen des Assimilationsgewebes* (Bot. Centralblatt, 1882).

Bonnier, *Étude expérimentale de l'influence du climat alpin sur la végétation et les fonctions des plantes* (Bull. Soc. bot. France, t. XXXV, 1888). — *Cultures expérimentales dans les hautes latitudes* (Comptes rendus, 1890).

Leist, *Ueber den Einfluss des alpinen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter* (Mittheil. der naturf. Gesellsch. von Bern, 1889).

Wagner, *Zur Kenntniss des Blattbaues der Alpenpflanzen und dessen biologischer Bedeutung* (Sitzungsberichte der Akad. d. Wissensch. zu Wien, Bd CI, 1892), etc.

Voy. aussi G. Haberlandt, *Physiologische Pflanzenanatomie*. Leipzig, 1896, p. 252-255.

(2) Rödler, *Zur vergleichenden Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems der Pflanzen* (Inaug. Diss. Friburg i. Schweiz, Berlin, 1898-1899).

officinarium (1), qui croît d'ailleurs dans des lieux très ensoleillés.

Dans bien des cas, les cellules du tissu palissadique des Fougères émettent des bourgeonnements plus ou moins allongés; il en est ainsi chez l'*Asplenium Ruta muraria* (2), ou le *Pteridium aquilinum* (3), par exemple; c'est là ce que les Allemands ont appelé des cellules palissadiques à bras (« Armpalissadenzellen »).

G. Haberlandt signale des cas où l'épiderme supérieur est constitué par des « cellules à bras » analogues aux précédentes. Il en est ainsi chez l'*Adiantum trapeziforme*, entre autres (4); les prolongements de ces cellules épidermiques, généralement au nombre de trois ou quatre, sont localisés du côté interne, et délimitent des lacunes qui communiquent avec celles du mésophylle sous-jacent. Ces cellules rappellent celles qui sont situées au-dessous de l'épiderme, chez le *Sambucus nigra*, par exemple; mais, chez ce dernier, les prolongements sont situés du côté externe (5). Elles rappellent encore les cellules assimilatrices qui, dans les aiguilles des *Pins* et des *Cèdres*, possèdent à leur intérieur des cloisons incomplètes, constituées par des replis de la membrane externe (6). Dans tous les cas qui précèdent, chaque cellule équivaut à un certain nombre de cellules palissadiques fusionnées suivant une partie de leurs faces latérales; cette organisation a pour principal avantage d'accroître la surface assimilatrice et de créer ainsi de la place pour un plus grand nombre de chloroleucites (7).

J'ai rencontré un tel épiderme « à bras » chez tous les *Adiantum* que j'ai examinés (*A. Capillus Veneris*, *tenerum*, *cuneatum*, *macrophyllum*), ainsi que chez l'*Asplenium Trichomanes* (fig. 46). J'ai examiné des feuilles de cette dernière espèce

(1) Parmentier, *loc. cit.*

(2) Knös, *Anatomische Untersuchungen über die Blattspreite der einheimischen Farne* (Inaug. Diss., Erlangen, 1902).

(3) Petersohn, *Undersökning af die Inhemska ormbunkarnes Bladbyggnad*. Diss., Lund, 1889 (Compte rendu dans le Just's Botanischer Jahresbericht, 1890).

(4) G. Haberlandt, *loc. cit.*, p. 239.

(5) G. Haberlandt, *loc. cit.*, p. 239.

(6) *Ibid.*, p. 238.

(7) *Ibid.*, p. 240.

qui avaient poussé sur un mur exposé au soleil toute la journée, et d'autres que j'avais récoltées sur les parois d'un puits, c'est-à-dire dans un lieu soustrait à l'action directe de la lumière solaire. Dans les deux cas, j'ai observé un épiderme semblable à celui que je viens de décrire. Cet épiderme, de forme si curieuse, contient des chloroleucites dans ses éléments, et joue bien ainsi le rôle de tissu assimilateur. D'ailleurs, on sait qu'il en est ainsi chez la plupart des Fougères

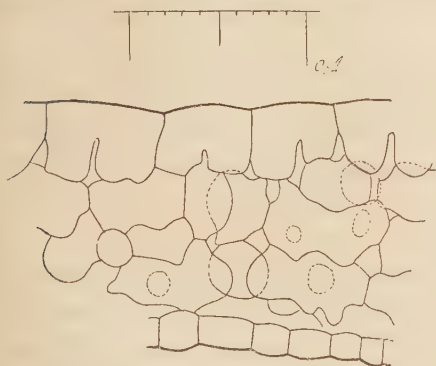


Fig. 46. — Limbe de l'*Asplenium Trichomanes* (coupe transversale).

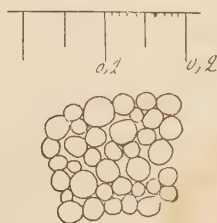


Fig. 47. — Coupe tangentielle du tissu palissadique du *Ceterach officinarum*.

pour l'épiderme supérieur et même pour l'épiderme inférieur, qui jouent le rôle de tissus assimilateurs, quand même leurs cellules sont dépourvues de bourgeonnements (1). J'ai encore rencontré des éléments présentant une forme analogue dans l'épiderme supérieur, chez le *Nephrodium molle*, ainsi que chez les *Aspidium Forsteri* et *coadunatum*.

Je vais maintenant exposer certains résultats auxquels m'a conduit l'examen de coupes tangentielles que j'ai effectuées dans le limbe d'un certain nombre d'espèces, et qui complètent utilement les coupes transversales. Si l'on examine une de ces coupes, faite à travers le tissu palissadique du *Ceterach officinarum*, par exemple, on y voit un ensemble de cercles qui prennent tous contact avec leurs voisins. Les méats qu'ils laissent entre eux communiquent avec les lacunes du méso-phyllle, et contribuent ainsi à former le système aérifère du limbe (fig. 47). Les cellules en question sont donc cylindriques,

(1) Knös, *loc. cit.*, p. 10.

et cette forme a pour avantage que tous les points de leur surface latérale, situés sur une même section plane, sont également distants de la surface de la feuille, et, par conséquent, également influencés par les rayons solaires.

Quant au mésophylle, si on l'observe en coupe tangentielle, on voit clairement que ses éléments sont constitués par une région centrale, qui émet à sa périphérie un certain nombre de bras plus ou moins allongés. Cela est bien plus net que sur les coupes transversales. Les cellules du mésophylle ne prennent contact que par les extrémités de leurs prolongements, et ces derniers délimitent ainsi des lacunes plus ou moins grandes, qui communiquent toutes entre elles. Ces lacunes sont particulièrement larges chez le *Scolopendrium officinarum* (fig. 48) ; elles le sont moins chez l'*Asplenium Trichomanes* et le *Ceterach officinarum*, par exemple.

Cela étant, je vais insister spécialement sur quelques autres caractères d'organisation du limbe chez certaines espèces.

Soit d'abord le limbe de l'*Asplenium septentrionale*. Comme

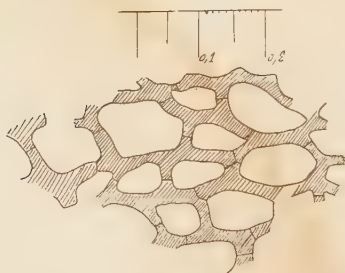


Fig. 48. — Coupe tangentielle du mésophylle du *Scolopendrium officinarum*.

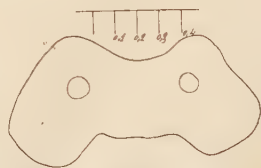


Fig. 49. — Coupe transversale prise à la base du limbe, chez l'*Asplenium septentrionale*.

on sait, il est très étroit, et sa nervation est très simple. A sa base, il a une section en forme de trapèze assez épais, dont la plus grande base est tournée du côté supérieur ; ce trapèze, en outre, est plus large sur les bords qu'au milieu. Je n'ai vu, à la base du limbe, que deux faisceaux, qui occupent une position marginale (fig. 49). Puis, ce nombre augmente, et le limbe s'élargit, tout en conservant la forme d'un trapèze, sur les coupes transversales ; de plus, c'est toujours au-dessus des faisceaux qu'il est le plus épais. J'ai observé des stomates sur sa

face inférieure, et aussi, par endroits, sur ses deux faces latérales, mais jamais sur sa face supérieure.

Je vais m'occuper ensuite du limbe du *Polypodium Phyllitidis*.

Ainsi que l'a constaté Benze, ce limbe possède sur ses deux faces une cuticule lignifiée, qui est aussi épaisse que les cellules épidermiques sous-jacentes. Cette cuticule, grâce à sa puissance, évite les trop grandes pertes d'eau causées par la transpiration, et est d'une très grande utilité pour la plante dans les climats secs, comme ceux où vit ordinairement le *Polypodium Phyllitidis*, que l'on rencontre à l'état spontané dans l'espace compris entre la Floride et le Brésil (1). Les parois radiales de l'épiderme sont également lignifiées, mais bien moins épaissies que la cuticule.

En outre, le bord du limbe se termine, sur une coupe transversale, par un renflement en massue, qui possède à sa périphérie une couche de cellules scléreuses (fig. 50). Cette couche a sensiblement la forme d'un fer à cheval, dont les deux branches sont pointues à leur extrémité, et vont ensuite en s'élargissant de plus en

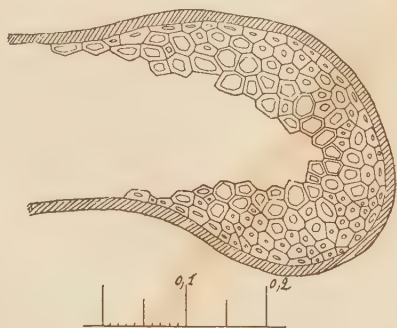


Fig. 50. — Bord sclérifié du limbe, chez le *Polypodium Phyllitidis* (coupe transversale).

plus jusqu'à ce qu'elles se rencontrent. Sa surface externe est recouverte par l'épaisse cuticule qui existe dans le reste du limbe, et les cellules qui la constituent ont leurs parois d'autant plus épaissies qu'elles sont situées plus à l'extérieur. La feuille du *P. Phyllitidis* est donc entourée par une forte cuirasse lignifiée, qui sert à la soutenir et qui, surtout, la protège contre les trop grandes pertes d'eau, ainsi que je le disais plus haut.

Les cellules épidermiques qui entourent les stomates ont leur extrémité arrondie, du côté où elles touchent ces derniers, et elles possèdent une cuticule semblable à celle qui recouvre le

(1) Benze, *Ueber die Anatomie der Blattorgane einiger Polypodiaceen, nebst Anpassungserscheinungen derselben an Klima und Standort* (Inaug. Diss., Berlin, 1886-1887).

reste de l'épiderme. Quant aux deux cellules stomatiques, elles sont moins épaisses que la cuticule environnante; leur surface externe coïncide, en effet, sensiblement avec celle du limbe mais leur surface interne est située au-dessus de celle de la cuticule. Leurs membranes sont lignifiées, mais peu épaissies.

Comme on sait, dans les mailles formées par les nervures de la feuille du *P. Phyllitidis*, ainsi qu'auprès des bords de cette feuille, il se trouve des nervures libres. Ces dernières se relèvent brusquement à leur extrémité, et se terminent directement au-dessous de l'épiderme, par un renflement aplati à sa partie supérieure. Au-dessus de ce renflement, se trouve un plateau de cellules épidermiques différentes des autres. Elles sont, en effet, allongées dans le sens de l'épaisseur du limbe, tandis que celles du reste de l'épiderme sont allongées tangentielle-ment. En outre, elles possèdent une cuticule très mince, et leurs parois internes et radiales présentent des épaississements non



Fig. 51. — Coupe transversale de l'extrémité d'une nervure libre, chez le *Polypodium Phyllitidis*.

lignifiés, qui, sur une coupe transversale, figurent, dans chaque cellule, un U à convexité tournée vers l'intérieur. Ce sont les parois internes qui sont les plus épaissies; les parois radiales diminuent de plus en plus d'épaisseur, quand on va de l'intérieur vers l'extérieur (fig. 51). Aux environs du plateau que je viens de décrire, la surface de la feuille se relève

légèrement; dans cette partie ainsi relevée, les cellules épidermiques sont allongées dans le sens de l'épaisseur du limbe, comme celles du plateau qui leur fait suite, et leurs lumières le sont également; mais ces cellules sont sclérifiées, et la cuticule y est encore très épaisse. Le plateau de cellules qui

recouvre l'extrémité de chaque nervure libre est donc situé dans un renflement.

Tels sont les rapports que présentent les stomates et les nervures libres avec l'épiderme, dans le limbe du *Polypodium Phyllitidis*.

Chez le *Polypodium aureum*, la cuticule est mince et non lignifiée; les bords du limbe sont encore sclérifiés, mais la surface interne des piliers scléreux ainsi constitués est beaucoup moins échancrée que chez le *Polypodium Phyllitidis*.

J'ai maintenant quelques mots à dire sur le limbe du *Pteris cretica*. Ce limbe se termine de chaque côté par une bordure blanchâtre, dont la section est assez allongée, et qui est un peu recourbée du côté inférieur; cette bordure est constituée par des cellules sclérifiées, comme chez les *P. Phyllitidis* et *aureum*. Au-dessus des sores, le bord du limbe n'a plus la même structure. Avant de se recourber, il subit un étranglement qui se manifeste surtout par un sillon situé sur sa face supérieure. Peu après, ses deux surfaces commencent à se rapprocher l'une de l'autre. A partir du sillon dont je viens de parler, on a, entre les deux épidermes, non pas du parenchyme lacuneux, mais des cellules à section polygonale. A un certain moment, les deux épidermes arrivent à se toucher; alors, l'indusium n'a plus que deux épaisseurs de cellules. Finalement, il n'en a plus qu'une; sur une coupe transversale, on remarque, en effet, à son extrémité, trois ou quatre cellules, situées sur une même ligne droite (fig. 52). Au fond de la dépression que j'ai signalée plus haut, à l'origine de l'indusium, on constate, sur une section transversale, la présence de sept ou huit cellules épidermiques, dont les parois sont très épaissies. Ces cellules doivent avoir un rôle mécanique, consistant à soutenir et à faire ouvrir l'indusium, comme l'anneau des sporanges des Fougères fait ouvrir ces derniers.

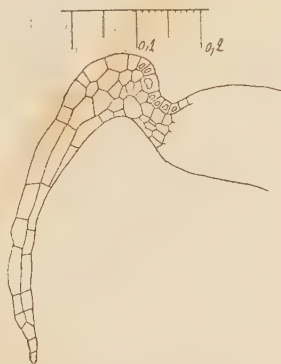


Fig. 52. — Indusium du *Pteris cretica* (coupe transversale).

Chez le *Pteris longifolia*, les bords du limbe ne sont pas sclérifiés, et ce dernier s'étrangle encore, avant de se transformer en indusium ; mais, au fond du sillon ainsi obtenu sur sa face supérieure, il ne possède pas de cellules à parois épaissies. Ses deux épidermes arrivent encore à se toucher, et finalement, on n'a plus qu'un seul plan de cellules, qui comprend une suite de huit ou neuf éléments dans le sens de sa largeur. Avant que les deux épidermes aient pris contact l'un avec l'autre, l'espace qui les sépare est occupé par un tissu très lacuneux. Le limbe subit donc moins de modifications chez le *P. longifolia* que chez le *P. cretica*, pour constituer l'indusium.

Quant au *Pteridium aquilinum*, ainsi que le figure notamment Luerksen(1), d'après Burck, son indusium externe continue directement le limbe, sans étranglement préalable ; il est constitué au début par deux assises de cellules qui se touchent, et qui sont la suite des deux épidermes du limbe ; finalement, il n'y en a plus qu'une, comme chez les *Pteris cretica* et *longifolia*. Son indusium interne n'a qu'une seule assise de cellules sur toute son étendue. La région du limbe située aux environs des sores possède des cellules qui ont une section polygonale, comme chez le *Pteris cretica*.

Tels sont les faits qu'il m'a paru intéressant de signaler sur la structure du limbe. Je vais, après cela, faire un certain nombre de remarques sur celle de la tige.

(1) Luerksen, *loc. cit.*, fig. 82, p. 401.

TROISIÈME PARTIE

LA TIGE

Il m'a été impossible d'utiliser les caractères anatomiques de la tige des Fougères pour la classification, car ces caractères ne sont pas assez variés dans les divers genres et dans les diverses espèces. De plus, à cause des nombreux faisceaux qui vont, soit dans les racines, soit dans les pétioles, la structure de l'organe qui nous occupe se modifie considérablement d'une région à une autre. Il est donc impossible d'établir une comparaison précise des modes d'organisation de la tige dans les divers groupes de Fougères. Toutefois, parmi les espèces que j'ai étudiées, on doit faire une restriction pour le *Pteridium aquilinum* et pour l'*Osmunda regalis*, au sujet desquels je m'expliquerai plus loin.

Pour le moment, je me contenterai d'indiquer les particularités qui m'ont paru dignes de remarque au cours de mes observations.

Comme on sait, les parois des cellules corticales du rhizome des Fougères sont souvent très épaisses, et traversées par des orifices, grâce auxquels les protoplasmes des cellules voisines communiquent entre eux (1). Ces orifices sont particulièrement larges chez l'*Athyrium Filix-fœmina*. Il en est de même pour les méats intercellulaires; l'ensemble des épaissements qui entourent chacun de ces derniers figure un large pilier, à section arrondie ou triangulaire. Ces piliers, sur une coupe transversale, donnent aux cellules qui les possèdent un aspect étoilé, que je n'ai observé dans aucune autre espèce; cet

(1) Poirault (Georges), *Recherches anatomiques sur les Cryptogames vasculaire* (Ann. Sc. nat., Bot., 7^e série, t. XVIII, 1893).

aspect est dû, avant tout, à la grande taille des méats, et à la faible distance qui les sépare.

Je tiens encore à signaler la présence, dans certaines espèces, d'un anneau de cellules qui se distinguent des autres par une plus grande épaisseur de leurs parois, comme cela a lieu chez les *Aspidium Filix-Mas* et *spinulosum*, et chez le *Nephrodium molle*, par exemple. Chez ces plantes, l'anneau d'épaississements, plus ou moins large, est situé directement au-dessous de l'assise de cellules qui limite le rhizome. Dans d'autres cas, il est séparé de cette dernière par un plus ou moins grand nombre d'autres assises, dont les membranes sont minces, comme cela a lieu chez le *Blechnum Spicant*, par exemple.

Une autre particularité intéressante, c'est la présence de piliers scléreux « Stütz Bündel » dans certaines espèces, ainsi que Russow en a signalé chez le *Polypodium Phyllitidis*, entre autres (1). J'en ai rencontré également dans certaines espèces, comme chez les *Asplenium Ruta muraria* et *Belangeri*, et chez le *Nephrodium molle*. Chez les *Asplenium Ruta muraria* et *Belangeri*, ces piliers sont souvent appliqués contre la surface interne des faisceaux, surtout chez l'A. *Ruta muraria*.

Chez le *Nephrodium molle*, j'ai constaté également l'existence de poils unicellulaires, pointus à leur extrémité, et dont les parois sont épaissies et lignifiées, tout comme dans les poils qui existent sur les deux faces du limbe de la même espèce. On en trouve également de semblables chez l'*Aspidium umbrosum*.

Mais c'est chez le *Polypodium aureum* que j'ai rencontré les poils les plus curieux. Ces poils, à la fois massifs et étoilés, sont implantés au fond de dépressions assez profondes de la surface du rhizome; ils débutent par un pied élargi à sa base et constitué par de nombreuses cellules. Au-dessous de la base élargie de ce pied, les cellules de l'assise périphérique du rhizome deviennent plus grandes, et sont allongées dans le sens radial. A son sommet, le pied en question supporte trois branches assez longues, pointues au bout, qui lui sont sensiblement perpendiculaires, et qui comprennent une

(1) Russow, *loc. cit.*

seule épaisseur de cellules; du moins, je n'ai jamais vu plus de trois de ces branches. Ces poils, très gros et visibles à l'œil nu, ont leurs parois lignifiées.

Après cela, je vais insister spécialement sur l'organisation du rhizome chez le *Pteridium aquilinum* et chez l'*Osmunda regalis*.

Le rhizome du *Pteridium aquilinum* possède, en dessous de son assise de cellules la plus externe, une gaine scléreuse qui lui donne une couleur brune (1). Il contient, en outre, deux cercles de faisceaux parallèles à sa surface, et comprenant un large faisceau dorsal et d'autres, plus petits, qui sont situés du côté ventral; ces derniers sont généralement au nombre de deux dans le cercle interne, mais on en compte davantage dans le cercle externe (fig. 53). Ces deux séries de faisceaux sont séparées l'une de l'autre par deux plaques scléreuses « Stützbündel » (2). L'une de ces deux plaques, située du côté ventral, est en forme d'arc, et l'autre, presque horizontale, possède sensiblement, sur une coupe en travers, la forme d'un humérus. Cette



Fig. 53. — Rhizome du *Pteridium aquilinum*; coupe transversale (d'après Sachs).

organisation si spéciale a été remarquée pour la première fois par Sachs (3). Elle se distingue considérablement de celle que l'on rencontre chez les *Pteris*, où l'écorce est complètement dépourvue de sclérenchyme. En passant, je crois devoir signaler, chez le *Pteris cretica*, autour des faisceaux du rhizome, l'existence de plusieurs assises de cellules arrondies, à parois très minces, et plus petites que les cellules environnantes, lesquelles ont une section polygonale et des parois assez épaisses. Je n'ai constaté cela dans aucune autre espèce.

Quoi qu'il en soit, on doit conclure des faits précédents que le *Pteridium aquilinum*, par la structure de son rhizome, se distingue profondément des *Pteris*.

Dans la tige de l'*Osmunda regalis*, on rencontre une structure non moins spéciale. L'écorce y est fortement sclérifiée dans la plus grande partie de son épaisseur, et contient

(1) Russow, Terletzki, *loc. cit.*

(2) Russow, *loc. cit.*

(3) Sachs, *Lehrb. d. Bot.*, 4 Aufl., p. 110, fig. 91.

de nombreux faisceaux foliaires (fig. 54); en dedans de la gaine scléreuse ainsi formée, se trouve un cylindre central qui possède un cercle de faisceaux ligneux, ovales ou en forme de



Fig. 54. — Rhizome de l'*Osmunda regalis* : coupe transversale (d'après de Bary).

fer à cheval, à concavité tournée vers l'intérieur; ces faisceaux entourent une moelle, qui s'insinue également entre eux, sous la forme de rayons médullaires. A leur extérieur, on observe d'abord un anneau parenchymateux, répondant à ce que Russow a appelé une « Xylemscheide », et

Strassburger, du « Vasalparenchym »; puis, un anneau libérien qui émet des prolongements en forme de coins entre les faisceaux ligneux. Le liber est enfin séparé de l'endoderme par un nouvel anneau de parenchyme.

Cette organisation, qui répond au type monostélisque de M. Van Tieghem, comme celle de la tige chez la plupart des Phanérogames (1), ne se rencontre que chez les *Osmunda* et les *Todea*, et est très caractéristique du groupe des Osmundacées (2). Elle a été observée pour la première fois par de Bary (3).

Ainsi, la structure du rhizome des Fougères ne peut servir pour la classification, sauf toutefois chez le *Pteridium aquilinum* et chez l'*Osmunda regalis*, où elle est tout à fait particulière.

(1) Van Tieghem et Douliot, *Sur la polystélie* (Ann. Sc. nat., Bot., 7^e série, t. III, 1886). — Van Tieghem, *Traité de Botanique*, 2^e édit., p. 1373.

(2) Van Tieghem, *Traité de Botanique*, 2^e édit., p. 1386.

(3) De Bary, *Vergleichende Anatomie*. Leipzig, 1877.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

La racine et le pétiole des Fougères présentent dans leur structure des différences qui ont une grande valeur systématique.

Dans la racine, la présence ou l'absence d'un anneau scléreux autour de l'endoderme ; la constitution des éléments de cet anneau scléreux ; la présence ou l'absence d'un anneau de cellules à parois fortement épaissies, mais non sclérifiées ; quelquefois aussi, la forme du cylindre central, etc., sont autant de caractères extrêmement utiles pour la classification.

Dans le pétiole, le nombre des faisceaux, et principalement la forme du bois de ces faisceaux, la présence ou l'absence de piliers scléreux, ainsi que la présence ou l'absence d'une gaine scléreuse, etc., constituent également des caractères de première importance pour la distinction des genres, et parfois des espèces.

La structure de la tige n'est caractéristique que dans quelques cas exceptionnels, comme chez le *Pteridium aquilinum* et chez l'*Osmunda regalis*. En général, les nombreux faisceaux qui se dirigent en tous sens dans le rhizome des Fougères constituent un réseau inextricable et empêchent de découvrir dans cette partie de la plante un plan d'organisation bien défini.

Quant à la structure du limbe, on n'en peut tenir compte, à cause de sa trop grande variabilité.

Si l'on utilise les caractères que je viens d'indiquer pour la détermination des genres, on constate que, dans certains cas, ces caractères concordent avec les données morphologiques ; il en est ainsi, par exemple, pour les genres *Polypodium*, *Adiantum*, *Grammitis*, *Osmunda*, qui sont tout à fait homogènes, aussi bien au point de vue anatomique qu'au point de vue morphologique.

En outre, les caractères anatomiques de la racine et du pétiole permettent de fixer les limites de certains genres, sur la définition desquels les auteurs ne sont pas d'accord. C'est ainsi que le genre *Scolopendrium*, qui a été mis par

Hooker et Baker dans une tribu différente de celle où ces auteurs ont placé les *Asplenium*, doit être rapproché des genres *Asplenium* et *Ceterach*. Les espèces appartenant aux trois genres en question ont toutes, en effet, la même structure dans leurs racines, et, dans leurs pétioles, on trouve toujours le même plan d'organisation. Il importe donc de rapprocher étroitement ces trois genres les uns des autres, sans toutefois les réunir en un seul, à cause des grandes différences morphologiques qui les séparent. De même, Hooker et Baker ont placé les genres *Lomaria* et *Blechnum* dans deux tribus différentes. Or, toutes les espèces qui constituent ces deux genres possèdent encore une structure analogue dans leurs racines, et un même plan d'organisation dans leurs pétioles. De plus, les différences morphologiques qui existent entre elles sont très peu importantes, puisqu'elles se résument dans ce fait que, chez les *Blechnum*, les sores sont situés le long de la nervure médiane de la feuille ou du fragment de feuille qui les porte; tandis que, chez les *Lomaria*, ils sont situés à une certaine distance de cette nervure, mais toujours parallèlement à elle. Il importe donc de réunir les genres *Lomaria* et *Blechnum*.

A côté de cela, il existe des genres qui ont été réunis par plusieurs auteurs, et qui doivent être séparés, parce qu'ils diffèrent profondément les uns des autres au point de vue anatomique. Ainsi, le genre *Athyrium*, qui a été réuni avec le genre *Asplenium*, dans diverses classifications, doit en être séparé; car, chez les *Athyrium*, la racine est dépourvue de gaine scléreuse, contrairement à celle des *Asplenium*, et le bois des deux faisceaux pétiolaires a une forme très différente de celle que l'on rencontre chez les *Asplenium*. De même, le genre *Phegopteris* doit être séparé du genre *Polypodium*, avec lequel plusieurs auteurs l'ont réuni; car la racine, chez les *Phegopteris*, ne possède pas de gaine scléreuse, contrairement à ce qui a lieu chez les *Polypodium*; et les faisceaux pétiolaires des *Phegopteris* diffèrent beaucoup de ceux des *Polypodium*, par la forme de leur bois. On doit encore séparer le genre *Pteridium* du genre *Pteris*. Le genre *Pteridium* ne comprend qu'une espèce, le *P. aquilinum*, qui a été séparée des vrais *Pteris*, à cause de son double

indusium ; mais elle s'en distingue encore plus par la structure de son pétiole, et surtout par la structure de son rhizome.

L'anatomie nécessite également de faire des coupures dans certains genres. Il en est ainsi, par exemple, pour le genre *Nothoclaena*. En effet, le *N. vellea* diffère profondément du *N. Marantae* par la structure de sa racine, dont l'endoderme est entouré par une assise de cellules sclérifiées, à parois internes plus épaissies que les autres ; cette assise manque chez le *N. Marantae*. Un cas analogue se présente pour les genres *Aspidium*, *Nephrodium*, *Polystichum*, dont les espèces doivent être rangées, d'après leur structure, dans deux groupes différents : dans l'un, la racine possède une gaine scléreuse, et le pétiole comprend plusieurs faisceaux, dont les deux principaux ont un bois en forme de « cornue » ; dans l'autre, la racine est dépourvue de gaine scléreuse, et le pétiole contient deux faisceaux seulement, dont le bois a une forme d'« hippocampe ».

Je proposerai de faire de ces deux groupes des genres, et de donner au premier le nom d'*Aspidium*, par exemple, et au deuxième, le nom de *Nephrodium*.

En outre, l'anatomie permet, à elle seule, de caractériser certaines espèces. Il y a même des cas où les différences anatomiques qui existent entre deux espèces déterminées sont plus importantes que leurs différences morphologiques. Ainsi, par exemple, les *Adiantum Capillus Veneris*, *cuneatum* et *tenerum* se ressemblent beaucoup, à première vue ; mais ils présentent, dans la structure de l'écorce interne de leurs racines et dans la forme du bois de leurs faisceaux pétiolaires, des différences considérables.

Je n'insisterai pas autrement sur cette question de la distinction anatomique des espèces, qui sera développée dans le chapitre suivant. En tous cas, les différences anatomiques qui existent entre certaines espèces de Fougères sont d'une grande utilité ; car, si l'on possède des échantillons de ces espèces qui soient dépourvus de sores, on peut quand même les déterminer à l'aide de leur structure. De même, quand on a des Fougères réduites à leur partie souterraine, comme cela arrive souvent

dans nos pays, durant l'hiver, on peut dire dans bien des cas à quels genres et quelquefois même à quelles espèces ces Fougères appartiennent.

CONCLUSIONS PARTICULIÈRES AUX FOUGÈRES DE FRANCE

Je terminerai ce travail en rappelant brièvement quels sont les principaux caractères anatomiques distinctifs des Fougères françaises.

1° Genres *Asplenium*, *Ceterach*, *Scolopendrium*.

L'endoderme de la racine est entouré par une gaine scléreuse, dont les éléments ont une lumière très réduite et rejetée du côté externe (fig. 55). Le faisceau de la région supérieure du

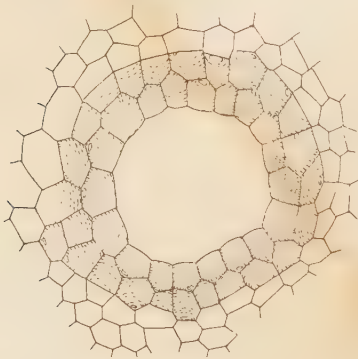


Fig. 55. — Partie interne de l'écorce de la racine chez les *Asplenium*, les *Ceterach* et les *Scolopendrium* (coupe transversale).



Fig. 56. — Coupe transversale de la partie supérieure du pétiole chez les *Asplenium*, *Adiantum nigrum*, *viride* et *fontanum*.

pétiole a une partie ligneuse en forme de X, dont les branches supérieures sont plus longues que les inférieures ; ces dernières sont parfois extrêmement réduites.

Asplenium. — A. — Les quatre branches de l'X sont recourbées en crochet à leur extrémité : A. *Adiantum nigrum*, *viride*, *fontanum* (fig. 56).

B. — Les deux branches supérieures de l'X ne sont pas

recourbées à leur extrémité : *A. marinum*, *lanceolatum* (fig. 57).

C. — Les deux branches inférieures de l'X sont à peu près nulles, si bien que, dans la partie supérieure du pétiole, le bois



Fig. 57. — Coupe transversale de la partie supérieure du pétiole chez les *Asplenium marinum* et *lanceolatum*.



Fig. 58. — Coupe transversale de la partie supérieure du pétiole chez les *Asplenium Trichomanes* et *Petrarchæ*.

a une forme rappelant plutôt celle d'un T : *A. Trichomanes*, *Petrarchæ* (fig. 58).

D. — Le pétiole n'est pas entouré par une gaine scléreuse, contrairement à ce qui a lieu chez les espèces précédentes ; en outre, il possède un tissu cortical très lacuneux : *A. Ruta muraria*.

E. — Le pétiole a une structure à peu près analogue à celle que l'on rencontre chez l'*A. Ruta muraria* ; mais, à sa base, l'épiderme, et, par endroits, une ou deux assises sous-jacentes, ont leurs membranes sclérifiées : *A. septentrionale*.

F. — Le pétiole possède un tissu cortical assez lacuneux ; à sa base, il est entouré par une gaine scléreuse continue, rappelant celle que l'on trouve chez l'*A. Trichomanes* ; cette gaine diminue rapidement d'importance, et devient discontinue, à mesure que le niveau s'élève : *A. germanicum*.

Ceterach. — Le pétiole possède, au-dessous de son épiderme, quelques assises de cellules à parois épaissies. A sa base, il existe un faisceau unique, qui se divise bientôt en deux autres, lesquels se réunissent finalement en un seul, dont le bois a une forme semblable à celle que l'on rencontre chez les *Asplenium Trichomanes* et *Petrarchæ*. Chacun des deux faisceaux pétioleux, en outre, est accompagné par deux piliers scléreux,

dont les éléments ont une lumière réduite et rejetée du côté externe (fig. 59) : *C. officinarum*.

Scolopendrium. — A. — Le pétiole possède une gaine scléreuse intracorticale. Chacun de ses deux faisceaux est accompagné par deux piliers

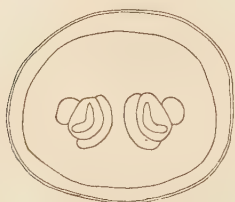


Fig. 59. — Coupe transversale du pétiole du *Ceterach officinarum*, indiquant la zone d'épaississements sous-épidermique, et les piliers scléreux qui accompagnent les faisceaux.

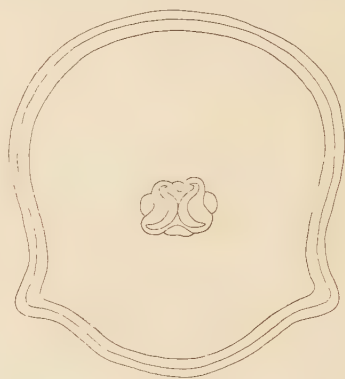


Fig. 60. — Coupe transversale de la partie supérieure du pétiole du *Scolopendrium officinarum*, indiquant la gaine scléreuse intracorticale et les quatre piliers scléreux qui accompagnent le faisceau.

scléreux, dont les éléments ont une lumière centrale très réduite (fig. 60) : *S. officinarum*.

B. — Le pétiole possède une gaine scléreuse située immédiatement au-dessous de l'épiderme ; à sa base, il n'existe qu'un faisceau, avec deux parties ligneuses distinctes : *S. Hemionitis*.

2^e Genre *Athyrium*.

Les membranes de l'écorce de la racine sont toutes épaissies,

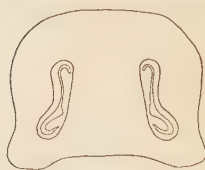


Fig. 61. — Pétiole de l'*Athyrium Filix-femina* (coupe transversale).

et elles le sont d'autant plus que les cellules auxquelles elles appartiennent sont situées plus à l'extérieur, mais elles ne sont pas sclérifiées. La partie ligneuse des deux faisceaux pétiolaires a une section en forme d'« hippocampe » très allongé ; dans la plus grande partie de son étendue, elle est très mince, et ne comprend guère qu'une épaisseur de vaisseaux ; elle n'est renflée que dans la partie supérieure de sa région

médiane ; en outre, elle est plus épaisse à son extrémité supérieure qu'à son extrémité inférieure (fig. 61) : *A. Filix-fœmina*.

3° Genre *Blechnum*.

Le pétiole possède un petit faisceau situé du côté inférieur, et deux autres, plus gros, situés du côté supérieur ; le bois de ces deux gros faisceaux a une section en forme d'« hippocampe » assez court, dont la région centrale est très renflée, et dont les



Fig. 62. — Pétiole du *Blechnum Spicant* (coupe transversale).



Fig. 63. — Coupe transversale du pétiole chez les *Aspidium Filix-Mas*, *angulare*, *spinulosum*, etc.

extrémités sont courtes, surtout l'extrémité inférieure (fig. 62) : *B. Spicant*.

4° Genre *Aspidium*.

Le pétiole possède plusieurs faisceaux ; les deux principaux de ces faisceaux, situés du côté supérieur, ont une partie ligneuse dont la section est en forme de « cornue » à col court, replié du côté interne (fig. 63) : *A. angulare*, *Filix-Mas*, *spinulosum*, *cristatum*, *æmulum*, *rigidum*.

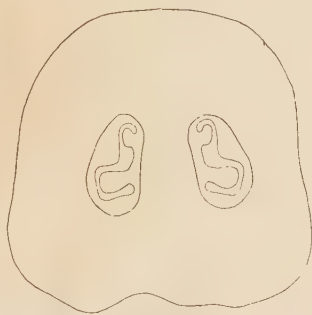


Fig. 64. — Pétiole du *Nephrodium Thelypteris* (coupe transversale).

5° Genre *Nephrodium*.

La racine possède deux faisceaux ligneux qui ne se rejoignent pas au centre. — La partie ligneuse de chacun des deux faisceaux pétiolaires a une section en forme

d' « hippocampe » ; elle est mince et ne comprend qu'une épaisseur de vaisseaux, sauf dans sa région médiane, où il s'ajoute quelques gros vaisseaux, peu nombreux d'ailleurs, du côté interne. De plus, son extrémité supérieure est bien plus longue que son extrémité inférieure (fig. 64) : *N. Thelypteris* (1).

6° Genre *Phegopteris*.

A. — La racine possède, au-dessous de son épibème, une zone d'épaississements, dont l'assise située le plus en dehors a les parois externes de ses cellules non épaissies (fig. 65).

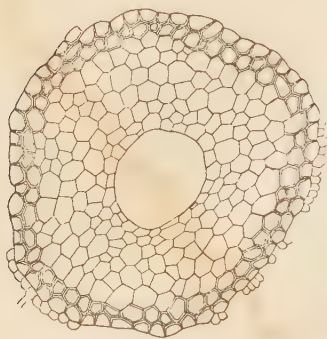


Fig. 65. — Écorce de la racine du *Phegopteris calcarea* (coupe transversale).



Fig. 66. — Pétiole du *Phegopteris calcarea* (coupe transversale).



Fig. 67. — Pétiole du *Phegopteris polypodioides* (coupe transversale).

La partie ligneuse de chacun des deux faisceaux pétiolaires a une section en forme d' « hippocampe », à extrémité inférieure extrêmement réduite (fig. 66) : *Ph. calcarea*.

B. — La partie ligneuse de chaque faisceau pétiolaire est en forme d' « hippocampe », à extrémité inférieure bien développée, et avec une seule épaisseur de vaisseaux dans sa région médiane (fig. 67) : *Ph. polypodioides*.

(1) Je n'ai pu examiner les espèces d'*Aspidinées* dont les noms suivent : *Aspidium Bootii* Tuckermann, que Milde a considéré comme un hybride entre les *Aspidium cristatum* et *spinulosum* ; l'*Aspidium remotum* Al. Br., que ce dernier a considéré comme un hybride entre les *Aspidium Filix-Mas* et *spinulosum* ; l'*Aspidium Lonchitis* Sw., qui a été rapproché de l'*Aspidium aculeatum* par divers auteurs (Voy. Lachmann et Vidal, *loc. cit.*) ; le *Nephrodium Oreopteris* Desv., que MM. Colomb (*loc. cit.*) et Parmentier (*loc. cit.*) ont rapproché du *Nephrodium Thelypteris* au point de vue anatomique.

7° Genre *Polypodium*.

Les éléments corticaux de la racine sont ordonnés assez régulièrement, à la fois dans le sens radial et dans le sens circulaire (fig. 68). L'endoderme de la racine est entouré

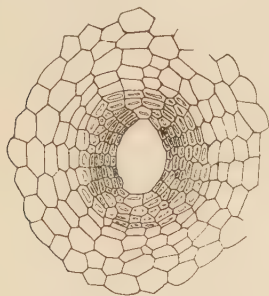


Fig. 68. — Écorce de la racine du *Polypodium vulgare* (coupe transversale).

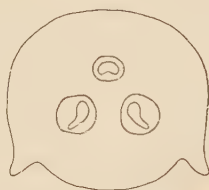


Fig. 69. — Pétiole du *Polypodium vulgare* (coupe transversale).

par une gaine scléreuse dont les éléments ont une lumière étroite, et allongée tangentiellement. Le pétiole a généralement trois faisceaux, dont les deux principaux ont un bois en forme de cornue à col rejeté vers l'extérieur (fig. 69) : *P. vulgare*.

8° Genre *Pteris*.

La partie ligneuse des deux faisceaux pétiolaires a la forme d'un « hippocampe » ; sa région centrale est sensiblement rectangulaire, sur une coupe transversale ; son extrémité inférieure s'insère presque à angle droit sur la région centrale, et se termine par un renflement ; son extrémité supérieure est recourbée en arc de cercle (fig. 70) : *P. cretica*.

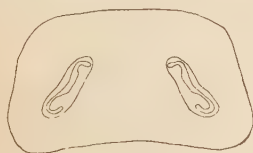


Fig. 70. — Pétiole du *Pteris cretica* (coupe transversale).

9° Genre *Pteridium*.

Le pétiole a de nombreux faisceaux, dont les formes sont très diverses ; ces faisceaux sont séparés les uns des autres par

des bandes de tissu scléreux. Le rhizome a deux cercles de faisceaux, séparés par deux plaques scléreuses : *P. aquilinum*.

10° Genre *Allosorus*.

Le pétiole n'a à sa base qu'un faisceau, dont le bois est en forme de V, à branches non terminées en crochet à leur extrémité : *A. crispus*.

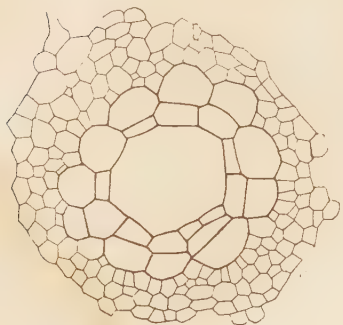


Fig. 71. — Écorce de la racine de l'*Adiantum Capillus Veneris* (coupe transversale).

11° Genre *Adiantum*.

L'endoderme de la racine est entouré par une ou deux assises de cellules beaucoup plus grandes que celles du reste de l'écorce (fig. 71) : *A. Capillus Veneris*.

12° Genre *Nothoclaena*.

A. — L'endoderme de la racine est entouré par une assise de cellules sclérifiées, à parois internes beaucoup plus épaissies que les autres (fig. 72) : *N. vellea*.

B. — L'unique faisceau du pétiole a une partie ligneuse en

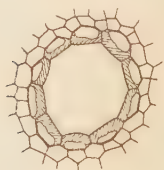


Fig. 72. — Partie interne de l'écorce de la racine, chez le *Nothoclaena vellea* (coupe transversale).

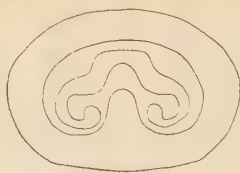


Fig. 73. — Pétiole du *Nothoclaena Marantae* (coupe transversale).

forme de pince; les extrémités libres de cette pince sont recourbées vers l'intérieur, et se terminent par un renflement (fig. 73) : *N. Marantae*.

13° Genre *Cheilanthes*.

L'unique faisceau du pétiole possède, à la base de ce dernier, deux arcs ligneux, pointus à leurs extrémités supérieures et élargis à leurs extrémités inférieures, suivant lesquelles ils se réunissent à un certain niveau, de façon à figurer une pince, dont les branches sont terminées en crochet à leur extrémité libre (fig. 74) : *C. odora*.



Fig. 74. -- Pétiole du *Cheilanthes odora* (coupe transversale)

14° Genre *Grammitis*.

Le cylindre central de la racine, vu en coupe transversale, est hexagonal, et limité par six larges cellules, à parois internes



Fig. 75. — Partie interne de l'écorce de la racine, chez le *Grammitis leptophylla* (coupe transversale).



Fig. 76. — Pétiole du *Grammitis leptophylla* (coupe transversale).

plus épaissies que les autres (fig. 75). La partie ligneuse de l'unique faisceau pétioleaire est épaisse au centre, et figure sensiblement un V à branches courtes (fig. 76) : *G. leptophylla*.

15° Genre *Woodsia*.

A la base du pétiole, on rencontre deux amas ligneux, distincts ou réunis par leurs extrémités inférieures, suivant une plaque transversale, et ayant une forme d' « hippocampes » à crochets très courts : *W. hyperborea*.

16° Genre *Cystopteris*.

A. — La racine possède, dans son assise sous-épiblémique, de *épaississements en U*, à convexité tournée du côté interne (fig. 77). Chacun des deux faisceaux pétioinaires possède une partie

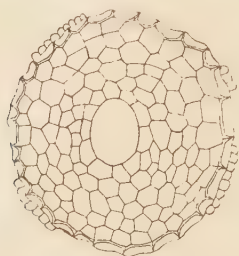


Fig. 77. — Écorce de la racine du *Cystopteris fragilis* (coupe transversale).

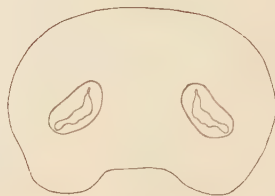


Fig. 78. — Pétiole du *Cystopteris fragilis* (coupe transversale).

ligneuse en forme d'angle, dont le côté inférieur est plus court que l'autre; en outre, le contour de cette partie ligneuse est irrégulier, et son extrémité inférieure est pointue, tandis que son extrémité supérieure est renflée (fig. 78) : *C. fragilis*.

B. — Structure analogue, mais pas d'épaississements en U dans l'assise sous-épiblémique de la racine : *C. montana*.

17° Genre *Osmunda*.

La bande ligneuse de la racine est cunéiforme (fig. 79). L'unique faisceau du pétiole a une forme d'arc, concave du côté

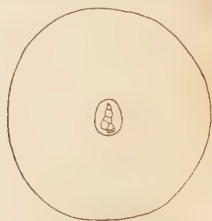


Fig. 79. — Racine de l'*Osmunda regalis* (coupe transversale).



Fig. 80. — Pétiole de l'*Osmunda regalis* (coupe transversale).

supérieur, et recourbé en dedans à ses extrémités (fig. 80). Le rhizome est entouré par une puissante gaine scléreuse, et possède une moelle, autour de laquelle on remarque un cercle de faisceaux ligneux; c'est en dehors de ce cercle que se trouve le liber, suivant un anneau continu : *O. regalis*.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

ZOOLOGIE. — LES PHÉNOMÈNES CONNUS CHEZ DIVERS ANIMAUX SOUS
LE NOM DE GÉNÉRATIONS ALTERNANTES PEUVENT-ILS
ÊTRE COMPARÉS AUX FAITS ANALOGUES OBSERVÉS
CHEZ LES CRYPTOGAMES VASCULAIRES ?

GÉOLOGIE. — HISTOIRE DU DÉTROIT DU POITOU PENDANT L'ÉPOQUE
JURASSIQUE.

Vu et approuvé : Paris, le 20 Novembre 1906.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

PAUL APPELL.

Vu et permis d'imprimer : Paris le 20 novembre 1906.

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

L. LIARD.

